PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **07-129331**

(43)Date of publication of application : **19.05.1995**

(51)Int.Cl. **G06F 3/06**
G06F 3/06
G11B 19/02

(21)Application number : **05-276317**

(22)Date of filing : **05.11.1993**

(71)Applicant : **FUJITSU LTD**

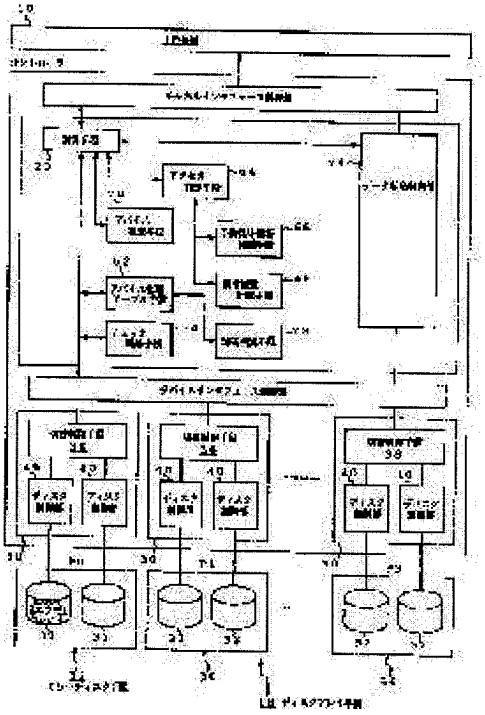
(72)Inventor : **MATOBA TATSUO**

(54) DISK ARRAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To instantaneously process a processing request without losing data even if plural disk devices operated in parallel are simultaneously failed.

CONSTITUTION: A mirror disk device 36 consisting of a pair of disk devices 32 is used as one of constitutional elements for a disk array 18. A current device and stand-by devices are allocated to mirror disk devices 32, data are written in both the current and stand-by devices and data are read out only from the current device. When the generation of a fault in the current device is judged, allocation is previously switched from the current device to a stand-by device. Simulation for inspecting the disk array 18 is executed in an idle state to collect fault information. In the mirror disk constitution, RAID for storing parities can also be executed. When mirror disk constitution is not used for a current device, data are preparatorily copied at the time of judging the generation of a fault in the current device to dynamically obtain mirror disk constitution.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	05.09.1997
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3078972
[Date of registration]	16.06.2000
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) **公開特許公報（Ａ）**　(11)特許出願公開番号

特開平7－129331

(43)公開日　平成７年(1995)５月19日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	庁内整理番号	ＦＩ	技術表示箇所
Ｇ０６Ｆ　3/06	５４０	7165－5B		
	３０６　Ｂ			
Ｇ１１Ｂ　19/02	５０１　Ｆ	7525－5D		

審査請求　未請求　請求項の数23　ＯＬ　（全 30 頁）

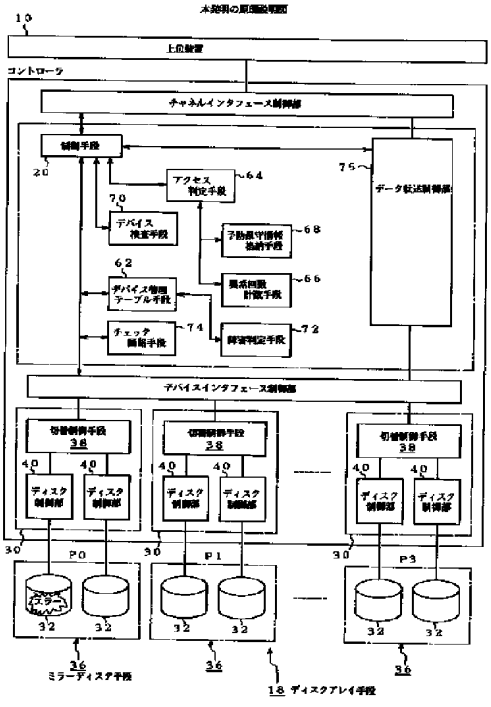
(21)出願番号　特願平5－276317

(22)出願日　平成５年(1993)11月５日

(71)出願人　000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
(72)発明者　的場　辰夫
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内
(74)代理人　弁理士　竹内　進　（外１名）

(54)【発明の名称】　ディスクアレイ装置

(57)【要約】
【目的】並列動作しているディスク装置の複数が同時に故障してもデータを喪失することなく瞬時に処理要求に対処可能とする。
【構成】ディスクアレイ１８の構成要素としてディスク装置３２を２台で一組としたミラーディスク装置３６を用いる。ミラーディスク装置には現用と予備用が割当られ、データ書込みは現用と予備用の両方に行い、データ読出しは現用から行う。ディスク装置の障害発生を判定し、事前に現用から予備へ割当てを切替えておく。アイドル状態でディスクアレイを検査するシミュレーションを行って障害情報を収集する。ミラーディスク構成でパリティを格納するＲＡＩＤ３又は５としてもよい。更に現用はミラーディスクとせず、現用の障害判定時に予備にデータを複写し動的にミラーディスク構成とする。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】同一データを格納する２台のディスク装置（３６）を備えたミラーディスク手段（３６）を並列アクセス可能に複数配置したディスクアレイ手段（１８）と、

上位装置（１０）からの書込データをストライピングした後に前記ディスクアレイ手段（３６）に並列書込みすると共に、前記ディスクアレイ手段（３６）からの並列読出データを合成して前記上位装置（１０）に転送する制御手段（２０）と、を備えたことを特徴とするディスクアレイ装置。

【請求項２】請求項１記載のディスクアレイ装置に於いて、

更に、前記ディスクアレイ手段（１８）に設けた複数のディスク装置の状態を管理するデバイス管理テーブル手段（６２）を設け、前記制御手段（２０）は、上位装置（１０）からのアクセス要求時に前記デバイス管理テーブル手段（６２）を参照して前記ディスクアレイ手段（１８）に対する処理を実行することを特徴とするディスクアレイ装置。

【請求項３】請求項１記載のディスクアレイ装置に於いて、

前記デバイス管理テーブル手段（６２）に、前記ミラーディスク手段（３６）を設けたディスク装置の一方を現用とし、他方を予備用とする情報を登録し、

前記制御手段（２０）は、リードアクセス時に前記デバイス管理テーブル手段（６２）の参照で前記ミラーディスク手段（３６）の現用側のディスク装置からデータを読出し、ライトアクセス時には現用および予備用の両方のディスク装置にデータを書込むことを特徴とするディスクアレイ装置。

【請求項４】請求項３記載のディスクアレイ装置に於いて、

前記ディクアレイ手段（１８）は、前記制御手段（２０）からのリード動作の指示に対し前記ミラーディスク手段（３６）の現用側のディスク装置に切替えてデータを読出し、ライト動作の指示に対しては現用および予備用の両方のディスク装置にデータを書込むように切替える切替制御手段（４０）を備えたことを特徴とするディスクアレイ装置。

【請求項５】請求項３記載のディスクアレイ装置に於いて、

前記ディクアレイ手段（１８）は前記制御手段（２０）に対し前記ミラーディスク手段（３６）を構成する２台のディスク装置の各々を個別のポートを介して並列的に接続し、前記制御手段（２０）はリード動作時には、前記ミラーディスク手段（３６）の一方のポートによる現用側のディスク装置のアクセスでデータを読出し、ライト動作時には、両方のポートによる現用および予備用の両方のディスク装置のアクセスでデータを書込むこと特

2

徴とするディスクアレイ装置。

【請求項６】請求項５記載のディスクアレイ装置に於いて、

前記制御手段（２０）は、前記上位装置（１０）からの書込要求時に、書込データを前記ミラーディスク手段（３６）の並列アクセス台数に基づいてストライピングした後に各ストライピングデータと同一データを生成し、一対の同一ストライピグデータを前記ミラーディスク手段（３６）の２つのポートに転送することを特徴とするディスクアレイ装置。

【請求項７】請求項１記載のディスクアレイ装置に於いて、前記ディスクアレイ手段（１８）は、

着脱自在な少くとも２台のディスクモジュール（５０）を内蔵したディスクユニット（４６）と、

前記ディスクユニット（４６）の収納部を複数備え、予め定めたアレイ構成に従って複数台の前記ディスクユニット（４６）を実装した装置筐体（４４）と、で構成されたことを特徴とするディスクアレイ装置。

【請求項８】請求項７記載のディスクアレイ装置に於いて、

前記ディスクユニット（４６）は、着脱自在な前記ディスクモジュール（５０）に対する共通部として電源部および冷却手段を備えたことを特徴とするディスクアレイ装置。

【請求項９】請求項７記載のディスクアレイ装置に於いて、

前記ディスクモジュール（５０）は、少なくともディスク媒体、ディスク回転機構、ヘッド機構を備えたことを特徴とするディスクアレイ装置。

【請求項１０】請求項７記載のディスクアレイ装置に於いて、

前記ディスクユニット（４６）に、前記制御手段（２０）からのリード動作の指示に対し前記ミラーディスク手段（３６）の現用側のディスク装置に切替えてデータを読出し、ライト動作の指示に対しては現用および予備用の両方のディスク装置にデータを書込むように切替える切替制御手段（４０）の回路ユニットを内蔵したことを特徴とするディスクアレイ装置。

【請求項１１】請求項７記載のディスクアレイ装置に於いて、

前記ディスクユニット（４６）を、媒体サイズの異なる単一のディスクモジュールを内蔵した他のディスクユニットの収納を予定したディスクアレイ筐体に実装してミラーディスク手段（３６）を構成要素とするディスクアレイ構成を実現したことを特徴とするディスクアレイ装置。

【請求項１２】請求項２記載のディスクアレイ装置に於いて、更に、

前記ディスクアレイ手段（１２）に対するアクセスの実行に対しチェック回路手段（７４）において異常が発生

3

したか否かを判定するアクセス判定手段（６４）と、
前記アクセス判定手段（６４）で判定した異常の回数を計数する異常回数数計数手段（６６）と、
前記異常回数計数手段（６６）の異常回数が所定の閾値以上となったときにデバイス障害を判定し、前記デバイス管理テーブル手段（６２）に障害情報を登録する障害判定手段（７２）と、を設けたことを特徴とするディスクアレイ装置。
【請求項１３】請求項１２記載のディスクアレイ装置に於いて、更に、
前記アクセス判定手段（６４）の異常判定に対応して作成した予防保守情報を前記上位装置（１０）で認識可能な状態に保持する予防保守情報格納手段（６８）を設けたことを特徴とするディスクアレイ装置。
【請求項１４】請求項２記載のディスクアレイ装置に於いて、更に、
前記制御手段（２０）の空き状態で、前記ディスクアレイ手段（１８）に対し擬似的なアクセス動作を実行して各ディスク装置の状態を検査するデバイス検査手段（７０）を設けたことを特徴とするディスクアレイ装置。
【請求項１５】請求項１４記載のディスクアレイ装置に於いて、
前記デバイス検査手段（７０）は、前記ディスクアレイ手段（１８）の特定データ領域に対しダミーデータを用いた書込動作を実行することを特徴とするディスクアレイ装置。
【請求項１６】請求項１４記載のディスクアレイ装置に於いて、
前記デバイス検査手段（７０）は、前記ディスクアレイ手段（１８）に対する擬似的なアクセス動作でアクセス判定手段（６４）が異常を判定するごとに異常回数計数手段（６６）に異常回数を計数させ、該異常回数が所定の閾値を越えて障害判定手段（７２）で障害発生を判定した場合に、前記デバイス管理テーブル手段（６２）に障害情報を登録することを特徴とするディスクアレイ装置。
【請求項１７】請求項１２記載のディスクアレイ装置に於いて、更に、
前記デバイス検査手段（７０）による擬似的なアクセス動作でアクセス判定手段（６４）が判定した異常情報に対応した予防保守情報を前記上位装置（１０）で認識可能な状態に保持する予防保守情報格納手段（６８）を設けたことを特徴とするディスクアレイ装置。
【請求項１８】請求項１２又は１６記載のディスクアレイ装置に於いて、
前記制御手段（２０）は、リード動作の実行時に前記デバイス管理テーブル手段（６２）の障害情報を参照して障害ディスク装置を認識した場合、障害ディスク装置が現用側であれば予備用からのリード動作に切替え、障害ディクス装置が予備用であれば現用からのリード動作を

4

維持することを特徴とするディスクアレイ装置。
【請求項１９】請求項１２又は１６記載のディスクアレイ装置に於いて、
前記制御手段（２０）は、ライト動作の実行時に前記デバイス管理テーブル手段（６２）の障害情報を参照して障害ディスク装置を認識した場合、該障害ディスク装置をライト動作の対象から切り離すことを特徴とするディスクアレイ装置。
【請求項２０】同一データを格納する２台のディスク装置（３６）を備えたミラーディスク手段（３６）を並列アクセス可能に複数配置したディスクアレイ手段（１８）と、
上位装置（１０）からの書込データをストライピングしてパリティデータと共に前記ディスクアレイ手段（３６）に並列に書込み、前記ディスクアレイ手段（３６）からの並列読出データを合成して前記上位装置（１０）に転送する制御手段（２０）と、を備えたことを特徴とするディスクアレイ装置。
【請求項２１】複数のディスク装置（３２）を並列アクセス可能に配置したディスクアレイ手段（１８）と、
前記ディスクアレイ手段（１８）の同一ランクに属する少なくとも１台のディスク装置を予備用に割当てると共に他の複数ディスク装置をデータ格納用に割当て、上位装置（１０）からの書込データをストライピングし前記データ格納用ディスク装置に並列的に書込み、前記データ格納用ディスク装置からの並列読出データを合成して前記上位装置（１０）に転送する制御手段（２０）と、
前記ディスクアレイ手段（１２）に対するアクセスの実行に対しチェック回路手段（７４）において異常が発生したか否かを判定するアクセス判定手段（６４）と、
前記アクセス判定手段（６４）で判定した異常の回数を計数する異常回数数計数手段（６６）と、
前記異常回数計数手段（６６）の異常回数が、通常の障害判定に用いる閾値より小さい所定の閾値以上となったとき、近い将来、障害発生の可能性があることを予測的に判定する障害判定手段（７２）と、
前記障害判定手段（７２）の障害の予測判定時に前記予備用ディスク装置を選択して障害ディスク装置の格納データを複写し、該複写後に障害ディスク装置と前記予備用ディスク装置でミラーディスク手段（３６）を構成し、前記制御手段（２０）に両方のディスク装置への同時データの書込みといずれか一方のディスク装置からのデータ読出しをセットする構成制御手段と、を備えたことを特徴とするディスクアレイ装置。
【請求項２２】請求項２１のディスクアレイ装置に於いて、
前記構成制御手段は、予備用ディスク装置を現用として前記制御手段（２０）によるデータ読出しを行わせることを特徴とするディスクアレイ装置。
【請求項２３】請求項２１のディスクアレイ装置に於い

5

て、
前記障害判定手段（７２）は、障害の予測判定が行われたことを外部に出力表示させる手段を備えたことを特徴とするディスクアレイ装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】本発明は、アレイ状に構成された複数のディスク装置を上位装置からの命令に基づいて並列的にアクセスするディスクアレイ装置に関し、特にディスク障害が発生してもデータの復元が瞬時にできるディスクアレイ装置に関する。近年の計算機システムにおける高信頼化の要求に伴い、磁気ディスク装置を用いた入出力サブシステムでの高信頼化が要求されている。
【０００２】このような高信頼性を実現するため、複数のディスク装置を並列的に動作させることでデータ及び冗長情報を格納するようにしたディスクアレイ装置が実用化されている。ディスクアレイ装置は、障害等により１台のディスクのデータが失われた場合、代替先として準備している予備のディスク装置に残りのディスク装置のデータを用いて失われたデータを修復することができ、高い信頼性が得られる。
【０００３】しかし、同時にディスクアレイの中の複数ディスク装置で異常が発生した場合には、もはやデータの修復は不可能であり、この点の改善が望まれる。
【０００４】
【従来の技術】近年、計算機システムの外部記憶装置として、記録の不揮発性、大容量性、データ転送の高速性等の特長を持つ磁気ディスク装置、光ディスク装置等のディスク装置が広く用いられている。ディスク装置に対する要求は、高速データ転送、信頼性重視、大容量性、低価格である。これらの要求を満たすものとして、ディスクアレイ装置が注目されてきている。
【０００５】ディスクアレイ装置とは、小型ディスク装置を数台から数十台並べ、複数のディスク装置に分散してデータを記録して、並列的にアクセスする装置である。ディスクアレイ装置で並列的に複数のディスク装置にデータ転送を行えば、一台のディスク装置の場合と比べて、ディスクの台数倍の高速データ転送が可能になる。
【０００６】また、データに加えて、パリティデータなどの冗長な情報を付け加えて記録しておくことで、ディスク装置の故障等を原因とするデータエラーの検出と訂正が可能となり、ディスク装置の内容を二重化して記録する方法と同程度の信頼性重視を、二重化より低価格で実現することができる。従来、カルフォルニア大学バークレイ校のデビット・Ａ・パターソン（DavidA. Patterson）らは、高速に大量のデータを多くのディスクにアクセスし、ディスク故障時におけるデータの冗長性を実現するディスクアレイ装置について、レベル１からレベル５までに分類付けを行って評価した論文を発表している（ACMSIGMOD Conferance, Chicago, Illinois, June 1-3, 1988 P109-P116）。

6

【０００７】このデビット・Ａ・パターソンらが提案したディスクアレイ装置を分類するレベル１～５は、ＲＡＩＤ（Redundant Arrays of Inexpensive Disks）１～５と略称される。ＲＡＩＤ１～５を簡単に説明すると次のようになる。ＲＡＩＤ０は、データの冗長性をもたないディスクアレイ装置であり、デビット・Ａ・パターソンらの分類には含まれていないが、これを仮にＲＡＩＤ０と呼ぶ。
【０００８】ＲＡＩＤ１は、２台のディスク装置を１組として同一データを書込むミラーディスク装置であり、ディスク装置の利用効率が低いが冗長性をもっており、簡単な制御で実現できるため、広く普及している。ＲＡＩＤ２は、データをビットやバイト単位でストライピング（分割）し、それぞれのディスク装置に並列に読み書きを行う。ストライピングしたデータは全てのディスク装置で物理的に同じセクタに記録する。
【０００９】データ用ディスク装置の他にハミングコードを記録するためのディスク装置を持ち、ハミングコードから故障したディスク装置を特定して、データを復元する。しかし、実用化されていてない。ＲＡＩＤ３は、データをビット又はバイト単位にストライピングしてパリティを計算し、ディスク装置に対しデータおよびパリティを並列的に書込む。
【００１０】ＲＡＩＤ３は、大量のデータを連続して扱う場合には有効であるが、少量のデータをランダムにアクセスするトランザクション処理のような場合には、データ転送の高速性が生かせず、効率が低下する。ＲＡＩＤ４は、１つのデータをセクタ単位にストライピングして同じディスク装置に書込む。
【００１１】パリティは固定的に決めたディスク装置に格納している。データ書込みは、書込み前のデータとパリティを読み出してから新パリティを計算して書き込むため、１度の書込みについて、合計４回のアクセスが必要になる。また書込みの際に必ずパリティ用のディスク装置へのアクセスが起きるため、複数のディスク装置の書込みを同時に実行できない。
【００１２】このようにＲＡＩＤ４の定義は行われているが、メリットが少ないため現在のところ実用化の動きは少ない。ＲＡＩＤ５は、パリティ用のディスク装置を固定しないことで、並列的なリード、ライトを可能にしている。即ち、セクタごとにパリティの置かれるディスク装置が異なっている。パリティディスクが重複しなければ異なるディスク装置にセクタデータを並列的に書込むことができる。
【００１３】このようにＲＡＩＤ５は非同期に複数のディスク装置にアクセスしてリード又はライトを実行できるため、少量データをランダムにアクセスするトランザクション処理に向いている。

7

【００１４】

【発明が解決しようとする課題】ところで、現在、実用化が進められているＲＡＩＤ３およびＲＡＩＤ５の動作形態をもつディスクアレイ装置にあっては、例えば１つのパリティグループを構成するランクごとに予備用のディク装置を準備しておき、１台のディスク装置が故障した場合には、他の正常なディスク装置のデータを読出して故障ディク装置のデータを予備用ディスク装置に修復するようにしている。

【００１５】このためディスク装置の故障でデータが失われても復元できるため、極めて高い信頼性が得られる。しかしながら、同時に複数のディスク装置で故障が発生してデータが失われた場合には、残りの正常なディスク装置から失われたデータを修復することはできず、システムダウンとなってしまう問題があった。

【００１６】本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたもので、並列動作しているディスク装置の複数が同時に故障してもデータを喪失することなく瞬時に処理要求に対処できるディスクアレイ装置を提供することを目的とする。また本発明の他の目的は、ディスク装置のエラー状態を監視して障害発生の可能性が高くなった場合には事前に障害対処状態に切替えて障害発生を未然に防止するようにしたディスクアレイ装置を提供する。

【００１７】

【課題を解決するための手段】図１は本発明の原理説明図である。本発明は、同一データを格納する２台のディスク装置３６を備えたミラーディスク手段３６を並列アクセス可能に複数配置したディスクアレイ手段１８と、上位装置１０からの書込データをストライピングした後にディスクアレイ手段１８に並列書込みすると共に、ディスクアレイ手段１８からの並列読出データを合成して前記上位装置１０に転送する制御手段２０とで構成される。

【００１８】さらに、ディスクアレイ手段１８に設けた複数のディスク装置の状態を管理するデバイス管理テーブル手段６２を設け、制御手段２０は、上位装置１０からのアクセス要求時にデバイス管理テーブル手段６２を参照してディスクアレイ手段１８に対する処理を実行する。具体的には、デバイス管理テーブル手段６２にミラーディスク手段３６に設けたディスク装置の一方を現用とし、他方を予備用とする情報を登録する。

【００１９】この場合、制御手段２０は、リードアクセス時にデバイス管理テーブル手段６２の参照でミラーディスク手段３６の現用側のディスク装置からデータを読出し、ライトアクセス時には現用および予備用の両方のディスク装置にデータを書込む。ミラーディスク手段３６に対する切替は、ディスクアレイ手段１８の切替制御手段４０が行う。切替制御手段４０は、制御手段２０からのリード動作の指示に対しミラーディスク手段３６の

8

現用側のディスク装置に切換えてデータを読出し、ライト動作の指示に対しては現用および予備用の両方のディスク装置にデータを書込むように切替える。

【００２０】また切替制御手段４０を設ける代りに、制御手段２０に対しミラーディスク手段３６を構成する２台のディスク装置の各々を個別のポートを介して並列的に接続したディスクアレイ手段１８とする。この場合、制御手段２０はリード動作時には、ミラーディスク手段３６の一方のポートによる現用側のディスク装置のアクセスでデータを読出し、ライト動作時には、両方のポートによる現用および予備用の両方のディスク装置のアクセスでデータを書込むようにしてもよい。

【００２１】この場合、制御手段２０は、上位装置１０からの書込要求時のデータストライピングとして、書込データをミラーディスク手段３６の並列アクセス台数に基づいてストライピングした後に各ストライピングデータと同一データを生成する。このようにミラード化されたストライピングデータ（一対の同一データ）を、ミラーディスク手段３６ごとの２つのポートに転送することで、同一データの書込みができる。

【００２２】一方、ミラーディスク手段３６を構成要素としたディスクアレイ手段１８は、コストが増加し、また設置スペースも増加する。この点を解決するため、次のような実装構造をとる。まずディスクアレイ手段１８は、着脱自在な少くとも２台のディスクモジュール５０を内蔵したディスクユニット４６と、ディスクユニット４６の収納部を複数備え、予め定めたアレイ構成に従って複数台の前記ディスクユニット４６を実装した装置筐体４４とで構成する。

【００２３】ディスクユニット４６は、着脱自在なディスクモジュール５０に対する共通部として電源部および冷却手段を備える。またディスクモジュール５０は、少なくともディスク媒体、ディスク回転機構、ヘッド機構を備える。さらにディスクユニット４６に、制御手段２０からのリード動作の指示に対しミラーディスク手段３６の現用側のディスク装置に切替えてデータを読出し、ライト動作の指示に対しては現用および予備用の両方のディスク装置にデータを書込むように切替える切替制御手段４０の回路ユニットを内蔵させる。

【００２４】この構成により、媒体サイズの異なる単一のディスクモジュールを内蔵した他のディスクユニットの収納を予定したディスクアレイ筐体に、本発明のディスクモジュールを実装してミラーディスク手段３６を構成要素とするディスクアレイを簡単に実現できる。またアレイ構成要素のミラード化に伴い、ディスク装置の障害を可能な限り速かに知って対応することが信頼性を更に高めるために必要となる。

【００２５】そこで本発明にあっては、ディスクアレイ手段１２に対するアクセスの実行に対しチェック回路手段７４において異常が発生したか否かを判定するアクセ

ス判定手段６４と、アクセス判定手段６４で判定した異常の回数を計数する異常回数数計数手段６６と、異常回数計数手段６６の異常回数が所定の閾値以上となったときにデバイス障害を判定し、デバイス管理テーブル手段６２に障害情報を登録する障害判定手段７２を設ける。

【００２６】またアクセス判定手段６４の異常判定に対応して作成した予防保守情報を上位装置１０で認識可能な状態に保持する予防保守情報格納手段６８を設け、上位側でディスクアレイの状態を認識して保守が迅速にできるようにする。更に、制御手段２０の空き状態（アイドル状態）で、ディスクアレイ手段１８に対し擬似的なアクセス動作、すなわちシミュレーションを実行して各ディスク装置の状態を検査するデバイス検査手段７０を設ける。

【００２７】デバイス検査手段７０は、例えばディスクアレイ手段１８の特定データ領域（ＣＥ領域）に対しダミーデータを用いた擬似的な書込動作を実行する。このようなディスクアレイ手段１８に対する擬似的なアクセス動作でアクセス判定手段６４が異常を検出すると、異常検出ごとに異常回数係数手段６６で異常回数を計数させ、異常回数が所定の閾値を越えたことを障害判定手段７２で判定すると、障害デバイスとしてデバイス管理テーブル手段６２に障害情報を登録する。

【００２８】さらに、デバイス検査手段７０による擬似的なアクセスでアクセス判定手段６４が判定した異常情報に基づき予防保守情報を生成し、この予防保守情報を上位装置１０で認識可能な状態に保持する予防保守情報格納手段６８を設ける。デバイス管理テーブル６２に障害情報が登録された状態では、制御手段２０は、リード動作の実行時に前記デバイス管理テーブル手段６２の障害情報を参照して障害ディスク装置を認識した場合、障害ディスク装置が現用側であれば予備用からのリード動作に切替え、障害ディクス装置が予備用であれば、現用からのリード動作を維持する。

【００２９】また制御手段２０は、ライト動作の実行時に前記デバイス管理テーブル手段６２の障害情報を参照して障害ディスク装置を認識した場合は、障害ディスク装置をライト動作の対象から切り離す。この障害ディスク装置の切替は、デバイス管理テーブル６２に障害情報の登録に伴ない、現用と予備用を示す識別情報を切替えることによっても実現できる。

【００３０】更に本発明は、アレイ要素をミラーディスク手段で構成すると同時に冗長情報も格納し、ミラード化と冗長化を複合した信頼性をさらに向上する。すなわち、同一データを格納する２台のディスク装置３６を備えたミラーディスク手段３６を並列アクセス可能に複数配置したディスクアレイ手段１８と、上位装置１０からの書込データをストライピングしてパリティデータと共にディスクアレイ手段３６に並列に書込み、ディスクアレイ手段３６からの並列読出データを合成して前記上位装置１０に転送する制御手段２０とで構成する。

【００３１】さらに本発明は、通常は単なる並列ディスク装置を備えたディクスアレイとして機能するが、その中の１台に障害発生の可能性ありと予測的に判定された場合に、予備のディスク装置とのミラード化を動的に行い、実際のディスク故障時に予備側への切替が瞬時にできるようする。このため、複数のディスク装置３２を並列アクセス可能に配置したディスクアレイ手段１８と、ディスクアレイ手段１８の同一ランクに属する少なくとも１台のディスク装置を予備用に割当ると共に他の複数ディスク装置をデータ格納用に割当て、上位装置１０からの書込データをストライピングしデータ格納用ディスク装置に並列的に書込み、前記データ格納用ディスク装置からの並列読出データを合成して上位装置１０に転送する制御手段２０を設ける。

【００３２】更に、アクセス判定手段６４で判定したデータ格納用ディスク装置の異常回数を異常回数係数手段６６で計数し、この計数結果が通常の障害半手用いる閾値より低い所定の閾値を越えたときに、近い将来、障害がは発生することを予測的に判定する障害判定手段７２を設け、障害判定手段７２で障害を予測判定した時に、構成制御手段により予備用ディスク装置を選択してミラード化する。

【００３３】すなわち異常回数が障害と判定される値に達する前の状態でプリアラーム的に障害を予測判定し、この段階で構成制御手段は、障害判定ディスク装置の格納データを複写し、複写後に障害判定ディスク装置と予備用ディスク装置でミラーディスク手段３６を構成し、制御手段２０に両方のディスク装置への同時データの書込といずれか一方のディスク装置からのデータ読出をセットする。

【００３４】ここで、構成制御手段は、予備用ディスク装置を現用にセットして制御手段２０によるデータ読出しを行わせる。また障害判定手段７２は、障害判定ディスク装置の修理交換を促すため、障害の予測的な判定が行われたことを外部に出力表示させる手段を備える。

【００３５】

【作用】このような本発明のディスクアレイ装置によれば、ディスクアレイ装置の各構成要素を２台のディスク装置を１組として同一データを格納するミラーディスク構成とすることで、冗長情報を必要とすることなく、いずれかのディスク装置の故障によるデータ喪失に対し瞬時に対応することができ、きわめて高い信頼性を確保することができる。

【００３６】また１つのディスクユニットに２台のディスクモジュールを着脱自在に実装可能としたことで、通常は１台のディスクモジュールの実装によるアレイ構成であっても、残り１台を追加実装することで、ミラーディスク構成に簡単に変更できる。更に、３．５インチ・ディスクモジュールを２台実装可能なディスクユニット

を、既存の５インチ・ディスクモジュールを１台備えたディスクユニットと同一ユニットとしておくことで、５インチ・ディスクユニットを用いたディスクアレイを、３．５インチ・ディスクモジュールを２台備えたディスユニットに交換することで、簡単にミラード化された本発明のディスクアレイ装置を構築できる。

【００３７】一方、ミラーディスクの一方を現用、他方を予備用に割当て、通常は、データ書込は現用と予備用の両方に対し行い、データ読出しは現用から行っているが、統計的に求めたシークエラー、リードエラー、ライトエラーなどの異常発生の計数値を監視し、現用のディスク装置のエラー回数が所定の閾値を越えた場合には、故障の可能性が高いと判定し、故障が発生する以前に、現用と予備用との割当てを切替える。

【００３８】このため実際に現用がディスク故障となった場合にも、既に予備用への割当て切替えが済んでいるため、予備用ディスク装置の故障となり、特にリードアクセスに対する処理を全く中断することなく、障害に対処できる。また障害判定結果を予防保守情報として上位装置で常に参照可能に保持しているため、上位装置側でディスクアレイの障害状況が出力表示でき、オペレータ又は保守要員が迅速且つ適切に障害判定ディスク装置に対する保守作業を行うことができる。

【００３９】またディスクアレイの状態を上位装置からのアクセスがない空き状態を利用して制御装置側が書込シミュレーションによる検査処理を実行し、積極的にディスク装置の状態を検査し、速かに故障の可能性のあるディスク装置を認識して対応することができる。このようなミラード化されたディスクアレイ装置の信頼性をさらに向上するためには、ミラード化されたデイスクアレイに対し冗長情報としてパリティをミラード化して格納するＲＡＩＤ３あいはＲＡＩＤ５の動作形態を取ればよい。

【００４０】更に、通常は、単なる並列アクセスであり、障害と判定される少し前にミラーディスク構成に切替えるダイナミックなミラード構成とする。このため同一ランクに少なくとも予備用のディスク装置を１台割当てておき、通常は、予備以外のディスク装置の並列アクセスを行う。運用中にいずれかのディスク装置のエラー回数が、予め定めた通常の障害判定より低めの閾値を越え、近い将来、障害と判定される状況に至ったら、予備用ディスク装置を選択し、障害判定対象となったディスク装置のデータを複写する。

【００４１】このようにディスク装置間でのデータ複写は、通常の障害判定より早い段階で行われるため、ディスク装置の障害で複写不能となってしまう事態を極力回避できる。このプリアラーム的な障害判定は、通常の障害判定の閾値の半分というように、かなり早い段階で行うことが望ましい。この予備ディスク装置へのデータ複写は、アイドル状態で行えばよい。予備へのデータ複写が済んだならば、障害判定ディスク装置と予備用ディスク装置でミラーディスクを構成し、以後、同一データの書込みを行う。またデータの読出しは、予備用ディスク装置を現用に割当てて行う。

【００４２】このような障害予測判定時の動的なミラード化により、必要最小限のディスク装置で、実質的なミラーディスク構成のディスクアレイを実現できる。

【００４３】

【実施例】図２は本発明のディスクアレイ装置が適用される計算機の入出力サブシステムのハードウェア構成を示す。図２において、上位装置としてのホストコンピュータ１０にはチャネル装置１４が設けられ、チャネル装置１４に対しチャネルインタフェースバス１６を介してコントローラ１２を接続している。

【００４４】チャネルインタフェースバス１６としては、ＢＭＣインタフェース（ブロック・マルチプレクサ・チャネルインタフェース）やＳＣＳＩを使用することができる。コントローラ１２には入出力デバイスとしてディスクアレイ１８が接続されている。

【００４５】ディスクアレイ１８は並列アクセス数を示す横方向に並んだポートＰ０～Ｐ３と、横方向のＰ０～Ｐ３の並びを縦方向に多段構成したランクＲ０～Ｒ３の構成をもち、ポートＰ０～Ｐ３とランクＲ０～Ｒ３で定まる位置にディスクアレイの構成要素として、本発明にあっては、ミラーディスク装置３６－１～３６－３４を配置している。

【００４６】ミラーディスク装置３６－１～３６－３４は例えばポート番号Ｐ０、ランク番号Ｒ０のミラーディスク装置３６－１を例にとると、２台のディスク装置３２－１，３２－２を接続しており、それぞれをコントローラ１２側に設けたミラード制御部３０－１からのデバイスバスに接続している。このようなミラーディスク装置３６－１の構成は他のミラーディスク装置３６－２～３６－３４についても同じである。

【００４７】ミラーディスク装置３６－１はコントローラ１２により同一データの書込みを受ける。従って、ディスク装置３２－１，３２－２には常に同一データが格納されている。一方、データ読出しはいずれか一方のディスク装置３２－１，３２－２から行えばよい。本発明にあっては、コントローラ１２において予めミラーディスク装置３６－１の左側のディスク装置３２－１を現用に割り当て、右側のディスク装置３２－２を予備用に割り当てている。

【００４８】このため、データ書込みは現用および予備用のディスク装置３２－１，３２－２に対し行われるが、データ読出しは現用のディスク装置３２－１のみから行われることになる。コントローラ１２にはＭＰＵ２０が設けられ、ＭＰＵ２０の内部バス３４にチャネルインタフェース制御部２２，制御記憶部２４，データバッファ２６およびデバイスインタフェース制御部２８を接

続している。

【００４９】ＭＰＵ２０は後の説明で明らかにするように、プログラム制御に従ってディスクアレイ１８のミラーディスク装置群を対象としたホストコンピュータ１０からの要求に基づく処理動作を実行する。尚、この実施例において、ディスクアレイ１８側は４つのポートＰ０～Ｐ３についてディスク装置を実装した場合を示しており、ミラード制御部３０－５についてディスク装置は空き状態となっている。

【００５０】図３は図２のコントローラ１２に設けたミラード制御部３０－１の詳細をディスクアレイ側と共に示した実施例構成図である。図３において、コントローラ１２側に設けたミラード制御部３０－１には切替制御部３８，ディスク制御部４０－１，４０－２が設けられている。ディスク制御部４０－１，４０－２のそれぞれからはデバイスインタフェースバス４２－１，４２－２が引き出され、この実施例にあっては２台でミラーディスク装置３６－１～３６－３１を構成する磁気ディスク装置をランクごとに２台ずつ接続している。

【００５１】切替制御部３８はＭＰＵ２０側で予め設定したミラーディスク装置の動作モードの割当て、即ち現用割当てと予備用割当てに従った切替処理を行う。ここで例えばディスク制御部４０－１側を現用、ディスク制御部４０－２側を予備用に割り当てていたとすると、ＭＰＵ２０からのライト動作の指示に対してはライト動作命令をディスク制御部４０－１，４０－２の両方に供給する。

【００５２】同時に指示されたデバイスＩＤで特定される例えばランクＲ０のミラーディスク装置３６－１におけるディスク装置３２－１，３２－２に対する書込動作を行わせる。一方、ＭＰＵ２０側から読出動作を指示された場合には現用となるディスク制御部４０－１側のみに切り替え、同時に、指定されたデバイスＩＤに対応する例えばミラーディスク装置３６－１の現用側のディスク装置３２－１からの読出動作を行う。

【００５３】このような図３に示すミラード制御部３０－１の構成は図２に示した残りのミラード制御部３０－２～３０－５についても同様である。図４は本発明に用いるディスクアレイの筐体構造の実施例を示した実施例構成図である。図４において、ディスクアレイ筐体４４は、この実施例にあっては５段２列の収納部を形成しており、各収納部に図示のように１０台のディスクユニット４６－１～４６－１０を実装している。

【００５４】ディスクアレイ筐体４４に設けられた開閉自在な扉４５には内蔵した２列５段構成のディスクユニット４６－１～４６－１０に対応して５箇所に通風口が設けられており、通風口の内側に図示のようにフィルタ４８－１～４８－５を装着している。図４のディスクアレイ筐体４４は１０台のディスクユニット４６－１～４６－１０を全て実装した最大構成状態を示しているが、必要に応じた台数のディスクユニットを実装することができる。

【００５５】図５は図４のディスクアレイ筐体４４に実装したディスクユニット４６－１を取り出して示す。図５において、ディスクユニット４６－１内には、この実施例にあっては２台の３．５インチ・ディスクモジュール５０－１，５０－２が実装されている。即ち、ディスクユニット４６－１のケース内の中央にはモジュール実装基板５４が装着されており、ケース背後が開口している。

【００５６】この背後の開口部より図示のようにモジュール回路基板５２－１，５２－２のそれぞれに組み付けられたディスクモジュール５０－１，５０－２を差し込んでコネクタにより接続することで、動作可能状態に組み込むことができる。またモジュール実装基板５４の右側には電源ユニット５６と冷却ファン装置５８が組み込まれている。

【００５７】ここでディスクユニット４６－１は３．５インチ・ディスクモジュール５０－１，５０－２の２台を実装しているが、このユニット形状は例えば１つ媒体サイズが上の５インチ・ディスクモジュールを１台内蔵したディスクユニットと同一形態および構造としている。また容量的にも３．５インチ・ディスクモジュール５０－１，５０－２のそれぞれは同じユニットサイズの５インチ・ディスクユニットと同じ容量を有する。

【００５８】従って、３．５インチ・ディスクモジュール５０－１，５０－２のいずれか一方の１台のみの実装状態で従来の５インチ・ディスクユニットを用いたディスクアレイ筐体に実装すれば、そのまま３．５インチ・ディスクユニットを用いたディスクアレイを実現できる。一方、図５に示すように、２台の３．５インチ・ディスクモジュール５０－１，５０－２を実装した状態で従来の５インチ・ディスクユニットに置き換えれば、従来の５インチ・ディスクユニットを３．５インチ・ディスクモジュール２台を実装したディスクミラー装置に簡単に変更することができる。

【００５９】更に、３．５インチ・ディスクモジュールの実装数とユニット数を適宜に決めることで、入出力サブシステムの性能に見合ったディスクミラー装置を構成要素とする場合を含む適宜のディスクアレイ構成を実現することができる。図６は本発明の処理機能を示した実施例構成図である。図６において、コントローラ１２に設けられたＭＰＵ２０のプログラム制御およびファームウェアによって、ディスクアレイ制御部６０，デバイス管理テーブル６２，アクセス制御部６４、異常回数計数部６６，予防保守情報格納部６８，障害判定部７２、データ転送制御部７５およびチェック回路部７４としての機能が実現される。

【００６０】コントローラ１２に接続したディスクアレイ１８としては、説明を簡単にするため、１ランク分の

15

ミラーディスク３６－１～３６－４のみを示している。まずディスクアレイ１８はデバイス管理テーブル６２に基づいて各種の動作を行い、デバイス管理テーブル６２は例えば図７に示す構成をもつ。図７において、デバイス管理テーブル６２はミラードＩＤ，デバイスＩＤ，ランク番号およびポート番号の４つのパラメータによってディスク装置を特定することができる。

【００６１】ミラードＩＤは例えばランクＲ０を例にとると、ミラーディスク装置３６－１～３６－４に予め割り当てられた識別番号であり、この例では００，０１，０２，０３で表わしている。またデバイスＩＤはディスクアレイ１８におけるデバイス物理番号であり、例えばランクＲ０の８台のディスク装置を例にとると、物理デバイスＩＤ「００」～「０７」で表わしている。更にランク番号はディスクアレイ１８のランク位置Ｒ０～Ｒ３を示すもので、例えばランク番号Ｒ０については「００」で示している。

【００６２】次のポート番号もディスクアレイ１８におけるミラーディスク単位のポート番号であり、例えばＲ０を例にとると、ポート番号「００」～「０３」で表わしている。このポート番号に続いて、ディスクアレイ１８に設けたディスク装置の状態を示す現用フラグ，予備用フラグ，異常回数および故障フラグの各情報が登録されている。

【００６３】現用フラグおよび予備用フラグは電源投入によるシステム立上げ時に初期化され、図７のようにミラードＩＤで指定されるミラーディスク装置の先のデバイスＩＤに現用フラグ１がセットされ、次のデバイスＩＤに予備用フラグ１がセットされている。また異常回数は立上げ時には０にリセットされ、同様に故障フラグも立上げ時には０にリセットされている。

【００６４】異常回数は図６に示した異常回数計数部６６の計数結果を格納している。すなわちコントローラ１２に設けたアクセス判定部６４は、ディスクアレイ制御部６０でディスクアレイ部１８に対しリード動作又はライト動作を実行した際のチェック回路部７４によるチェックにおいてシークエラー，リードエラー，ライトエラーなどエラーが発生したか否かを判定している。アクセス範囲部６４でエラーが判定されると、異常回数計数部６６の計数値が１つカウントアップされ、カウントアップした値をデバイス管理テーブル６２上の異常回数として更新する。

【００６５】また障害判定部７２が異常回数を異常回数計数部６６で計数するごとに、予め定めた障害判定の閾値と比較しており、異常回数が障害判定の閾値に達すると、障害発生と判定し、デバイス管理テーブル６２の故障フラグを１にセットする。図８はミラードＩＤ＝００をもつミラーディスク装置３６－１の現用のディスク装置３２－１の異常回数が１０回となり、閾値に達して障害ディスクと判定することで故障フラグが１にセットされた状態を示している。

16

【００６６】更に図６のコントローラ１２には予防保守情報格納部６８が設けられている。この予防保守情報格納部６８にはアクセス判定部６４でエラー判定が行われるごと、エラー発生デバイスを示すデバイスＩＤとエラー種別が予防保守情報として格納される。予防保守情報格納部６８に格納された予防保守情報は、障害範囲部７２による障害判定の通知以前に、ホストコンピュータ１０側から常に参照することができる。

【００６７】例えばホストコンピュータ１０からコントローラ１２に対し任意の入出力要求が行われたときのステータス情報の中に予防保守情報を含めて送り返すことで、ホストコンピュータ１０側で予防保守情報の存在を認識し、ディスプレイやプリンタに取得した予防保守情報を出力表示する。このため、オペレータや保守要員はコントローラ１２側でディスク装置のエラー発生の状況をリアルタイムで把握できる。

【００６８】更にコントローラ１２側にはデバイス検査部７０が設けられている。デバイス検査部７０はホストコンピュータ１０からのアクセスのない空き状態、即ちコントローラ１２のアイドル状態で起動し、ディスクアレイ１８に対しダミーデータを用いた書込動作のシミュレーションを実行する。このため、ディスクアレイ１８の各ディスク装置には予めデバイス検査部７０によるダミーデータの書込みのシミュレーションに使用される、通常ＣＥ領域として知られた固有の検査領域が確保されている。

【００６９】デバイス検査部７０によるデータ書込みのシミュレーションについても、アクセス判定部６４がエラー判定を行っており、エラーが検出されると異常回数計数部６６の計数値を１つカウントアップする。また異常回数計数部６６の計数値が所定の閾値に達すると障害判定部７２が障害を判定し、ホストコンピュータ１０の要求処理時と同様、デバイス管理テーブル６２に対する故障フラグのセットを行う。勿論、アクセス判定部６４でデバイス検査部７０により擬似的なアクセス動作でエラーが判定されると、保守情報格納部６８に対しホストコンピュータ１０から参照可能な予防保守情報の格納がその都度行われる。

【００７０】更にデータ転送制御部７２はディスク制御部６０による制御のもとに、ホストコンピュータ１０からのアクセス要求に従ったディスクアレイ１８とホストコンピュータ１０との間のデータ転送を行う。次にディスクアレイ制御部６０によるミラーディスク装置を構成要素としたディスクアレイ１８に対する処理動作を説明する。

【００７１】図９はコントローラ１２のディスクアレイ制御部６０で行われる書込データのストライピングと、ディスクアレイ１８側のデータ格納状態を示している。図９において、ホストコンピュータ１０がアクセスする

データ単位を論理ブロック（ホストブロック）７６で示しており、例えばディスク装置の１セクタを５１２バイトとすると、論理ブロック７６は２セクタ即ち１，０２４バイトのサイズをもつ。

【００７２】このようなホストコンピュータ１０からの書込データとしての論理ブロック７４を受けると、ディスクアレイ１８の並列アクセス数の整数倍で割った数のストライプデータ７８に分割する。この例では並列デバイス数４の４倍となる１６分割した場合を示している。このため、１，０２４バイトの論理ブロック７４を１６分割すると１つのストライプデータのサイズは６４バイトとなる。

【００７３】即ち、論理ブロック７６を１６分割したストライプデータ７６をストライプデータＬ００～Ｌ１５で示している。論理ブロック７４のストライピングが済むと、ストライプデータ７８を並列デバイス数単位に取り出してミラーディスク装置３６－１～３６－４に対し並列的に書き込む。この並列書込みを４回繰り返すことで、１論理ブロック分のデータをミラーディスク装置３６－１～３６－４に格納することができる。

【００７４】これをミラーディスク装置３６－１～３６－４の中の１台のディスク装置について見ると、６４バイトのデータが４つ置きに分散して２セクタ分格納された状態となる。このようなデータストライピングおよびデータの格納はＲＡＩＤ３の動作モードと基本的に同じであり、パリティデータを計算して格納していない点だけが相違する。

【００７５】またミラーディスク装置３６－１～３６－４にあっては、それぞれ現用と予備用の２台のディスク装置で構成されており、それぞれに同じデータを格納していることが明らかである。図１０は図６に示したコントローラ１２による本発明のディスクアレイ装置の処理動作を示したフローチャートである。

【００７６】図１０において、まず装置の電源を投入してシステムを立ち上げると、ステップＳ１でデバイス管理テーブル６２の初期化が例えば図７に示したように行われる。続いてステップＳ２でホストコンピュータ１０からのアクセス要求の有無をチェックしており、アクセス要求のないアイドル状態ではステップＳ１５のデバイス検査処理を行っている。アクセス要求があるとステップＳ３で指定されたデバイスＩＤとなるミラーディスク装置に対しセットアップ処理を行う。

【００７７】このコントローラ１２からのセットアップ要求に対し、指定されたミラーディスク装置の各ディスク装置からは正常応答または異常応答を返す。ミラーディスク装置を構成する２台のディスク装置が共に正常であればステップＳ４でデバイスエラーなしとしてステップＳ５に進み、アクセス要求がリード要求かライト要求かを判別する。

【００７８】リード要求についてはステップＳ６に進み、ミラーディスク装置の現用側からのリード処理を実行する。一方、ライト要求であればステップＳ７に進み、現用および予備用のディスク装置に同一データを書き込むライト処理を実行する。ステップＳ８にあっては、ステップＳ６のリード処理またはステップＳ７のライト処理が正常終了したか否かチェックしており、正常終了であればステップＳ９でリード処理またはライト処理においてリトライで回復したシークエラー，ライトエラー，リードエラーのいずれかがあるかを判定する。

【００７９】いずれのエラーもなければ再びステップＳ２に戻って、次のホストコンピュータ１０からのアクセス要求を待つ。ステップＳ９でリード処理中またはライト処理中にリトライで回復したシークエラー，リードエラーまたはライトエラーがあった場合にはステップＳ１０に進み、異常回数計数部６６でエラー回数を１つカウントアップする。

【００８０】続いて障害判定部６４が現在のエラー回数を所定の閾値と比較する。閾値に達していなければステップＳ１６で、このときのエラーに関する予防保守情報を予防保守情報格納部６６にセットしてステップＳ２に戻る。もしエラー回数が閾値に達していた場合にはステップＳ１２に進んで、近い将来、ハードウェアエラーなどの故障により動作不能となことから、デバイス障害を判定してデバイス管理テーブル６２上に故障フラグをセットする。

【００８１】例えば、図８のデバイスＩＤ番号００のディスク装置３２－１に示すように、異常回数が１０回となって閾値に達すると故障フラグ１のセットが行われる。このように故障フラグのセットが行われると、次のステップＳ１３でもし故障フラグのセットが現用のディスク装置に対し行われていた場合には、ステップＳ１の初期化処理で割り当てた現用フラグの予備用フラグへの代替を行う。

【００８２】例えば図７に示すように、デバイスＩＤ番号００のディスク装置３２－１は現用フラグが１にセットされて最初、現用となっていたものが、図８に示す故障フラグ１のセットで現用フラグを０にリセットし、それまで予備用として予備用フラグが割り当てられていたデバイスＩＤ番号０１のディスク装置３２－１の予備用フラグを０にリセットして現用フラグを１にセットする。

【００８３】この実施例では、故障フラグ１をセットしたそれまでの現用ディスク装置３６－１について、現用フラグを０にリセットすると同時に予備用フラグも０にリセットしているが、並行してライト動作を継続したい場合には予備用フラグを１にセットすればよい。このようなデバイス管理テーブル６２における現用フラグと予備用フラグの入替えに対し、その後の処理においてディスクアレイ制御装置６０は現用フラグが１にセットされた側を現用、予備用フラグが１にセットされた側を予備

用としてライト処理またはリード処理を実行するようになる。

【００８４】従って、障害フラグがセットされたそれまでの現用のディスク装置はリード処理の対象から除外され、新たに現用となった予備用のディスク装置からのリード処理に切り替わる。またライト処理については現用および予備用の如何に関わらず、同時にデータ書込みが行われる。しかし、図８に示すように予備用フラグも０にしていた場合には、それまでの予備用で現用に切り替わったディスク装置に対してのみデータ書込みが行われる。

【００８５】再び図１０を参照するに、ステップＳ１３で現用から予備用への代替が済むと、ステップＳ１４でホストコンピュータ１０に障害は発生を通知し、障害と判定されたディクス装置の修理交換をオペレータや保守要員に促す。一方、ステップＳ３のセットアップ処理に対し、デバイスＩＤで指定されたディスク装置がハードウェア故障を起こし、全く動作できずにデバイスエラーを判定した場合には、直ちにステップＳ１２に進み、ステップＳ１６の予防保守情報のセットで、ハードウェアエラーがホストコンピュータ１０側から参照できるようにする。この場合、もし現用のディスク装置の障害であれば、予備用への割当ての代替を行い、更にステップＳ１６で予防保守情報を格納してホストコンピュータ１０側でデバイスエラーを参照可能とする。

【００８６】またデバイスエラーの場合は、ステップＳ１１のエラー回数の判定に基づく障害判定とは異なり、回復不可能な故障であることから、予防保守情報にディスク装置の機能停止である旨の識別表示をつけ、ソフトエラーによる予防保守情報と区別できるようにする。図１１のフローチャートは図６のステップＳ１５に示したコントローラ１２のデバイス検査部７０によるデバイス検査処理を示す。

【００８７】図１１において、まずステップＳ１でコントローラ１２がアイドル状態か否かチェックしており、アイドル状態にあるとステップＳ２以降の処理を行う。ステップＳ２にあっては、所定の順番に従った指定ランクの現用および予備用のディスク装置に設けられた保守用のデータ領域に対し、ダミーデータの書込みを検査シミュレーションとして実行する。

【００８８】このダミーデータの書込みにおいて、シークエラー，ライトエラーなどのエラーが発生すると、ステップＳ３でエラーありを判定し、ステップＳ４で異常回数計数部６６を使用して、それまでのエラー回数を１つカウントアップする。続いてステップＳ５でエラー回数を所定の閾値と比較し、閾値に達していなければ、ステップＳ１０で予防保守情報をセットしてステップＳ１に戻る。エラー回数が閾値に達していればステップＳ６で故障フラグをデバイス管理テーブル６２にセットする。

【００８９】続いてデバイス管理テーブル６２において、現用のディスク装置については予備用のディスク装置への代替を行うためのフラグ割当ての入替えを行う。続いてステップＳ８でホストコンピュータ１０に対し障害発生通知を行う。以上の処理を終了するとステップＳ９で次のランクを指定し、再びステップＳ１のアイドル状態のチェックに戻る。

【００９０】このような検査処理により例えばオンラインシステムにあっては、処理負荷の少ない夜間などの時間帯においても、自動的にミラーディスク装置を構成するディスクアレイのディスク装置に対する書込シミュレーションが一定の検査周期ごとに実行され、常にディスク装置の状態を監視し、可能な限り早めに、故障する可能性のあるディスク装置を予測判定することができる。

【００９１】図１２はコントローラ側における障害予測判定あるいはデバイス故障判定に基づく予防保守情報や障害情報の出力表示で、保守要員が障害対象となったディスク装置をディスクアレイ筐体から外して修理し、正常なディスク装置を筐体に実装した後に行う復旧処理のフローチャートを示す。図１２において、まずステップＳ１で正常なディスク装置の筐体への組込み完了に伴う保守要員のホストコンピュータからのコマンドあるいは保守パネルからのスイッチ操作による復旧指示の有無をチェックしている。

【００９２】復旧指示を判別するとステップＳ２に進み、コントローラ１２がアイドル状態か否かチェックする。アイドル状態にあるとステップＳ３に進み、復旧によりミラーディスク装置の一方のディスク装置として組み込まれた復旧側ディスク装置に対し、現用のディスク装置のデータを複写する処理を開始する。

【００９３】次のステップＳ４にあっては、予備固定モードか否かチェックしている。即ち、ミラーディスク装置における２台のディスク装置に対する現用と予備の割当てを固定的に定めていた場合には、データの複写が完了した時点でデバイス管理テーブル６２の現用フラグおよび予備用フラグをシステム立上り時の初期化時と同じ状態に初期化する。

【００９４】一方、現用と予備用を固定せずに動的としていた場合には、ステップＳ５におけるデバイス管理テーブル６２の初期化は行わず、現在、機能しているディスク装置を現用のまま維持し、復旧により組み込んだディスク装置を予備用とする。更にステップＳ６において、予防保守情報のクリア、およびデバイス管理テーブルの故障フラグおよび異常回数のクリアを行う。

【００９５】図１３はミラーディスク構成のディスクアレイを使用してデータの並列アクセスと同時に冗長情報としてパリティを同時に格納するようにしたことを特徴とする。即ち、ディスクアレイのミラード化により信頼性は極めて向上するが、更にミラード化に冗長情報の格納を加えることで極めて高い信頼性を実現することがで

きる。

【００９６】図１３にあっては、データ用のミラーディスクの構成は図２の実施例と同じであるが、パリティ格納用にミラード制御部３０－５よりのポートＰ４にミラーディスク装置３６－５～３６－３５を４ユニット設けている。図１４は図１３のパリティ格納を行うミラーディスク構成のディスクアレイにおけるＲＡＩＤ３の動作モードにおける処理動作を示す。

【００９７】図１４のＲＡＩＤ３における論理ブロック７６のストライピングは、図９に示したパリティを格納しない場合と同じであるが、新たに設けたパリティ用のミラーディスク装置３６－５に対し並列デバイス数４単位の４つのストライピングデータ７８、例えばストライピングデータＬ００～Ｌ０３からパリティＰ００を計算して、ミラーディスク装置３６－５の現用および予備用のディスク装置に同時に格納するようにしている。

【００９８】このようなパリティを格納するＲＡＩＤ３の動作形態とした場合には、ミラーディスク装置３６－１～３６－５のいずれかを構成する現用と予備の２台のディスク装置が同時に故障してデータが失われた場合にも、残りの正常なミラーディスク装置のデータから失われたデータを復元することができる。図１５は図１３についてＲＡＩＤ５の動作形態によるデータのストライピングとデータの格納状態を示す。

【００９９】図１５において、まず論理ブロック７６はディスク装置の例えば１セクタ（５１２バイト）のサイズであり、この場合には論理ブロックＬ０～Ｌ５の６つが書込データとして提供された状態を示している。このような書込データにつき、論理デバイス数４に対応した４つの論理ブロック例えば論理ブロックＬ０～Ｌ３をストライピングし、各論理ブロックＬ０～Ｌ３のそれぞれをミラーディスク３６－１～３６－４に並列的に格納する。

【０１００】同時に論理ブロックＬ０～Ｌ３からパリティＰ０を計算し、このセクタについてはミラーディスク装置３６－５に格納する。ＲＡＩＤ５にあっては、セクタごとにパリティの格納位置がＰ０，Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３，Ｐ４に示すように順次変化するようになる。このＲＡＩＤ５のミラーディスクを構成要素としたディスクアレイの動作形態にあっても、１つのミラーディスクを構成する現用と予備の２台のディスク装置が同時に故障しても、他の正常なミラーディスク装置からデータを修復することができる。

【０１０１】図１６は図１３に示したパリティ格納を行うミラーディスク装置によるディスクアレイの構成について、各ミラーディスク装置の予備側のディスク装置を取り外して通常のＲＡＩＤ構成のディスクアレイ装置とした場合を示している。ここで本発明にあっては、図５に示した２台の３．５インチ・ディスクモジュール５０－１，５０－２を実装したディスクユニット４６－１のディスクアレイ筐体に対する組込みでミラーディスク装置を構成要素としたディスクアレイを構成している。

【０１０２】このため、ディスクユニットに実装している１台のディスクモジュールを外すことで簡単に通常のＲＡＩＤ構成の実装状態を実現できる。逆に図１６の通常のＲＡＩＤ構成について、ディスクモジュールを追加することで図２あるいは図１３に示したミラーディスク構成のディスクアレイを簡単に実現できる。

【０１０３】図１７はミラーディスク装置を構成要素とする本発明のディスクアレイ装置の他の実施例を示した実施例構成図であり、この実施例にあってはコントローラ１２からの独立したポートに接続しているディスク装置を組み合わせてミラーディスク装置として動作するようにしたことを特徴とする。即ち、図２の実施例にあっては、コントローラ１２はデバイスインタフェース制御部２８に対しミラード制御部３０－１～３０－５を設け、ミラード制御部については図３に示すように、切替制御部３８によって切り換えることでミラーディスク装置としての機能を実現している。

【０１０４】これに対し図１７の実施例にあっては、コントローラ１２のデバイスインタフェース制御部２８に対し個別にディスク制御部４０－１～４０－８を設けて独立にディスクアレイ１８のポートＰ０～Ｐ７を構成し、各ポートに４ランク分のディスク装置３２－１～３２－３８を接続している。このようなディスクアレイ１８の独立したポートＰ０～Ｐ７に対し、図７に示したようなデバイス管理テーブル６２におけるミラードＩＤ番号，デバイスＩＤ番号の割当てを行うことで、結果としてミラーディスク装置３６－１～３６－３４をディスクアレイ１８に割り付けることができる。

【０１０５】図１８は図１７の独立したポートをもつディスクアレイ１８のミラーディスク装置に対するデータストライピングとデータ格納状態を示している。図１８において、コントローラ１２はディスクアレイ１８がミラーディスク構成か否かは特に意識しておらず、論理ブロック７６からストライピングしたデータをデバイスＩＤで指定されるディスク装置に転送するに過ぎない。

【０１０６】論理ブロック７６からのデータストライピングについて、この場合には論理ブロック７６を例えば１６分割してストライピングデータＬ００～Ｌ１５を得る。同時に、同じデータＬ００～Ｌ１５を生成し、図示のようにＬ００～Ｌ１５を２つずつ並べたダブルストライプデータ８０を生成する。このダブルストライプデータ８０の生成に対し、ミラーディスク装置を意識せずに並列デバイス数８台分のダブルストライプデータ例えばＬ００，Ｌ００，・・・Ｌ０３，Ｌ０３を取り出して並列的に書き込むことで、結果的にミラーディスク装置と同じデータ格納状態を実現することができる。

【０１０７】このように、コントローラ１２側でミラーディスク装置固有の切替制御機構をもたなくとも、通常

のＲＡＩＤ構成のコントローラのポート数を増加させるだけで簡単にミラーディスク装置を構成要素としたディスクアレイ装置が実現できる。図１９は本発明のディスクアレイ装置の他の実施例を示したもので、ディスク装置の障害予測判定時に動的にミラーディスク装置を構成するようにしたことを特徴とする。

【０１０８】ディスクアレイの構成要素をミラーディスク装置としたディスクアレイ装置の最大の欠点は、ディスクアレイに使用するディスク装置が通常の２倍に増加し、コストアップになってしまう点である。しかしながら、磁気ディスク装置の小型化と低価格化に伴い、この問題は必ずしも妨げとはなっていないが、ディスクアレイに使用するディスク装置の台数を少なくすることは依然として望まれる。

【０１０９】図１９の実施例にあっては、コントローラ１２に設けたディスク制御部４０－１～４０－５に対応してディスクアレイ１８にポートＰ０～Ｐ４を設け、４段のランク構成を例にとっている。ディスクアレイ１８のポートＰ０～Ｐ３はデータ格納用であり、各ランクごとに単一のディスク装置を接続している。

【０１１０】これに対し、ポートＰ４には予備用のディスク装置３２－５，３２－１０，３２－１５，３２－２０を接続している。通常はディスクアレイ１８のランクごとにポートＰ０～Ｐ３を対象に並列的なデータ読み書きを行っている。この状態でいずれかのディスク装置のエラー回数が閾値に達して障害が判定されると、同一ランクに存在する予備用ディスク装置の使用によるミラーディスク装置の構成制御が実行される。ここで予備ディスク装置の使用によるミラーディスク装置の構成制御には、現用から予備へのデータ複写が必要であり、現用について通常の障害判定が行われた場合には、データ複写ができないことから、障害判定に使用するエラー回数の閾値を低めに設定し、早い段階で障害を予測的に判定してミラーディスク装置への構成制御を行う。この構成制御を開始するための閾値としては、例えば通常のエラー回数の障害判定に用いる閾値の半分程度の値でよい。例えば通常、１０回で障害を判定していたならば、この場合は５回の閾値で早めに障害を判定する。

【０１１１】このような構成制御によつて、予測的に障害と判定されたディスク装置は予備用ディスク装置との組合せでミラーディスク装置として、以後、動作することとなり、その後に通常の閾値による障害判定となった場合、直ちにミラーディスク装置の一方である予備用のディスク装置による正常なデータアクセスに切り替えることが瞬時にできる。

【０１１２】図２０は図１９における予測障害判定時のミラーディスクへの構成制御を示したフローチャートである。図６に示した障害判定部６４あるいはデバイス検査部７０により適宜のディスク装置で障害予測判定が行われると、図２０の処理が開始される。まずステップＳ１で障害対象として判定されたディスク装置と同一ランクの予備用ディスク装置を選択し、ステップＳ２でコントローラ１２がアイドル状態か否かチェックする。

【０１１３】アイドル状態にあればステップＳ３で障害判定ディスク装置のデータを、選択された予備用ディスク装置に複写する処理を開始する。複写中にホストコンピュータ１０からリード要求又はライト要求があった場合は、複写処理を一旦中止し、リード又はライト動作を優先的に実行する。またその後の複写処理の再開は、一定時間を越えてアクセス要求がなかったときに再開する。これはディスクキャッシュにおけるキャッシュ書込後の空き時間を使用してディスク装置への書込みを行うライトバック処理に類似する。

【０１１４】ステップＳ４で予備用ディスク装置に対するデータの複写が終了すると、ステップＳ５で障害判定されたディスク装置とデータ複写が済んだ予備用ディスク装置を１つのミラーディスク装置とするデバイス管理テーブル６２に対するセッティングが行われ、通常処理に復旧する。従って、この動的なミラーディスク構成制御が行われた以降については、予測障害が判定されたディスク装置と予備用ディスク装置で構成されるミラーディスク装置をディスクアレイの構成要素の１つに含んだ処理動作が行われる。

【０１１５】このため、万が一、障害予測に続いて実際にハードウェアエラーで故障が起きても、ミラード化された予備用ディスク装置による切替えで直ちに上位装置からの要求に対応することができる。また、予測障害の判定結果は予防保守情報としてホストコンピュータ１０側で見ることができるため、予測障害の判定対象となったディスク装置の修理交換を速やかに行うことができる。

【０１１６】この修理交換においても、予備用ディスク装置によるミラーディスク装置の構成制御が完了していると、特別なディスク装置の代替などを行うことなく予測障害の対象となったディスク装置を取り外して修理交換することができる。尚、図１９の実施例にあっては、同一ランクに予備のディスク装置を１台設けた場合を例にとっているが、予備のディスク装置を２台とすれば同一ランクの２台のディスク装置の同時故障に対し瞬時に要求データの対応状態に切り替えることができる。

【０１１７】このように図１９の実施例にあっては、通常のＲＡＩＤの形態で動作するディスクアレイに設けている予備ディスク装置の場合と同等なディスク台数で、実質的にディスクアレイの構成要素をミラーディスク装置としたと同じ極めて高い信頼性のディスクアレイ装置を実現することができる。また上記の実施例は４ポート，４ランクのミラーディスク装置を構成要素としたディスクアレイを例にとるものであったが、ポート数およびランク数は必要に応じて適宜に定めることができる。

【０１１８】更に本発明は実施例に示した数値による限

定は受けない。

【０１１９】

【発明の効果】以上説明してきたように本発明によれば、ディスク構成要素をミラーディスク装置とすることで、異なるポートの複数ディスク装置の同時故障が起きても瞬時に上位装置の要求に対応することができ、極めて高い信頼性を得ることができる。

【０１２０】またディスク装置のエラー回数が閾値に達したときに将来故障する可能性が高いものと予測して、故障発生に対処できるようにミラーディスク装置における現用と予備の切替えを予め行っておくことで、実際にディスク故障となってもディスク装置の機能を失うことなく瞬時に上位装置の要求に対し対応することができる。

【０１２１】更にディスクモジュールを２つ実装可能なディスクユニットを用いてディスクアレイ筐体を構成することでディスクアレイの実現が簡単にでき、またディスクアレイの増設や構成変更も簡単にできる。更にまた、構成要素をミラーディスク装置としたことに加えてパリティデータも併せて格納することで、ミラード化されたＲＡＩＤ３あるいはＲＡＩＤ５の動作形態を実現して極めて高い信頼性を得ることができる。

【０１２２】更に、ミラード化されない通常のディスク装置を用いたディスクアレイについて、ランクごとに少なくとも１台の予備用ディスク装置を設け、特定のディスク装置で予測障害が判定されたときに予備用のディスク装置を選択してデータを複写し、複写後に障害判定対象となったディスク装置と組み合わせて動的にミラーディスク装置を構成することで、通常のＲＡＩＤ構成における予備用ディスク装置を含めたディスク台数と同等の台数で、実質的に全構成要素をミラーディスク装置とした場合と同等の信頼性を低コストで実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の原理説明図

【図２】本発明のハードウェア構成を示した実施例構成図

【図３】図２のミラード制御部の実施例構成図

【図４】本発明のディスクアレイ筐体の実施例構成図

【図５】図４の筐体に実装するディスクユニットを取出して示した説明図

【図６】本発明の動作機能を示した説明図

【図７】本発明で用いるデバイス管理テーブルの説明図

【図８】ディスク障害を予測判定した場合のデバイス管理テーブルの説明図

【図９】本発明におけるストライピングデータ格納状態の説明図

【図１０】本発明の処理動作を示したフローチャート

【図１１】本発明のデバイス検査処理を示したフローチャート

【図１２】本発明の復旧処理を示したフローチャート

【図１３】ミラーディスク構成でパリティを格納する本発明の実施例構成図

【図１４】図１３におけるＲＡＩＤ３の動作形態の説明図

【図１５】図１３におけるＲＡＩＤ５の動作形態の説明図

【図１６】ミラード化しないディスクアレイ装置の構成変更を示した実施例構成図

【図１７】ポート構成によりミラード化した本発明の実施例構成図

【図１８】図１７におけるデータストライピングの説明図

【図１９】動的なミラーディスクを構成制御する本発明の他の実施例構成図

【図２０】図１９の動的なミラーディスク構成制御を示したフローチャート

【符号の説明】

１０：ホストコンピュータ（上位装置）
１２：コントローラ（制御手段）
１４：チャネル装置
１６：チャネルインタフェースバス
１８：ディスクアレイ
２０：ＭＰＵ
２２：チャネルインタフェース制御部
２４：制御記憶部
２６：データバッファ
２８：デバイスインタフェース制御
３０－１～３０－５：ミラード制御部
３２－１～３２－３８：ディスク装置
３４：内部バス
３６－１～３６－３４：ミラーディスク装置
３８：切替制御部
４０－１～４０－５：ディスク制御部
４２－１，４２－２：デバイスバス
４４：ディスクアレイ筐体
４６－１，４６－１０：ディスクユニット
４８－１～４８－５：フィルタ
５０－１，５０－２：３．５インチ・ディスクモジュール
５２－１，５２－２：モジュール回路基板
５４：モジュール実装基板
５６：電源ユニット
５８：冷却ファン装置
６０：ディスクアレイ制御部
６２：デバイス管理テーブル
６４：アクセス判定部
６６：異常回数計数部
６８：予防保守情報格納部
７０：デバイス検査部

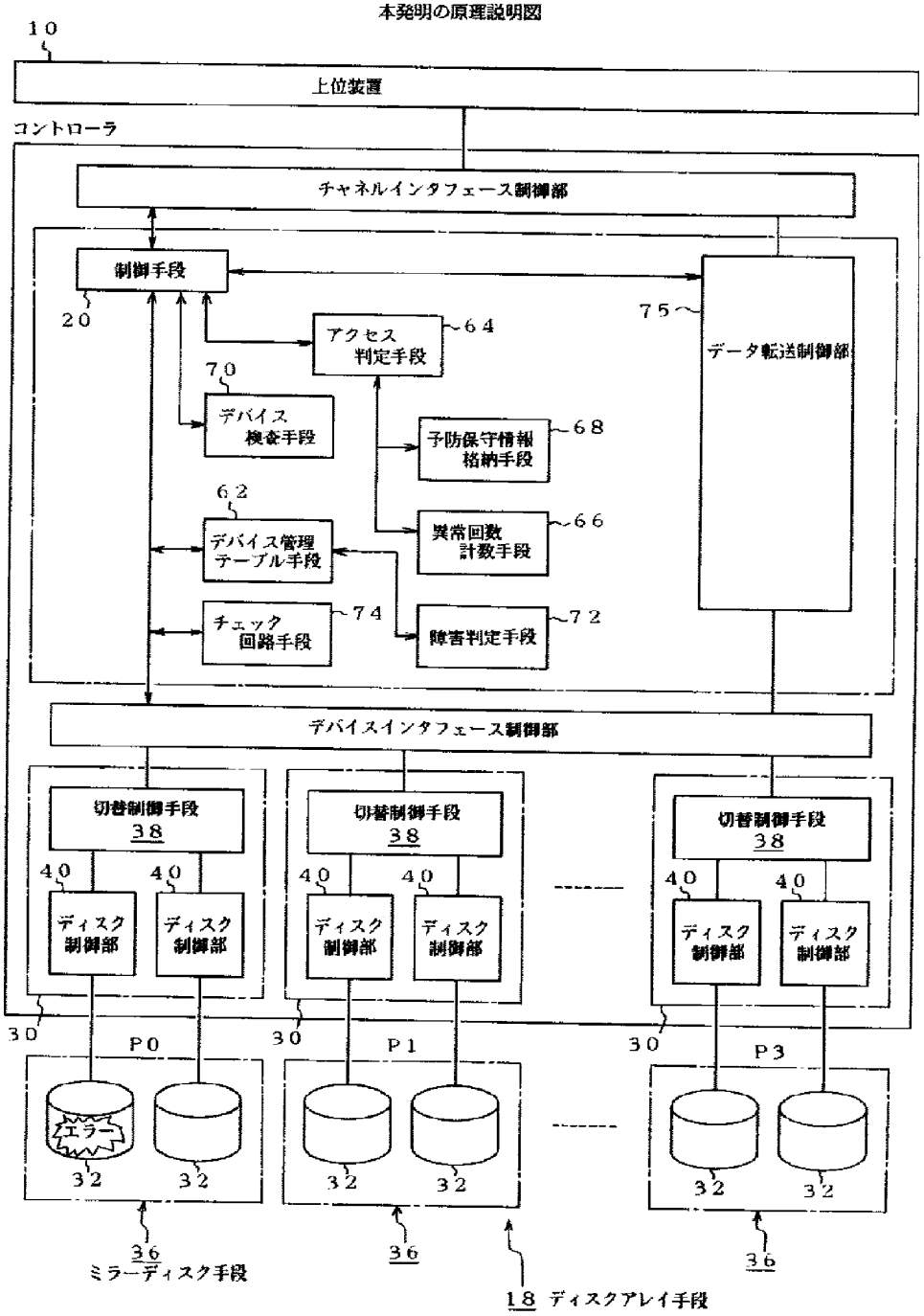
27

７２：障害判定部
７４：チェック回路部
７５：データ転送制御部

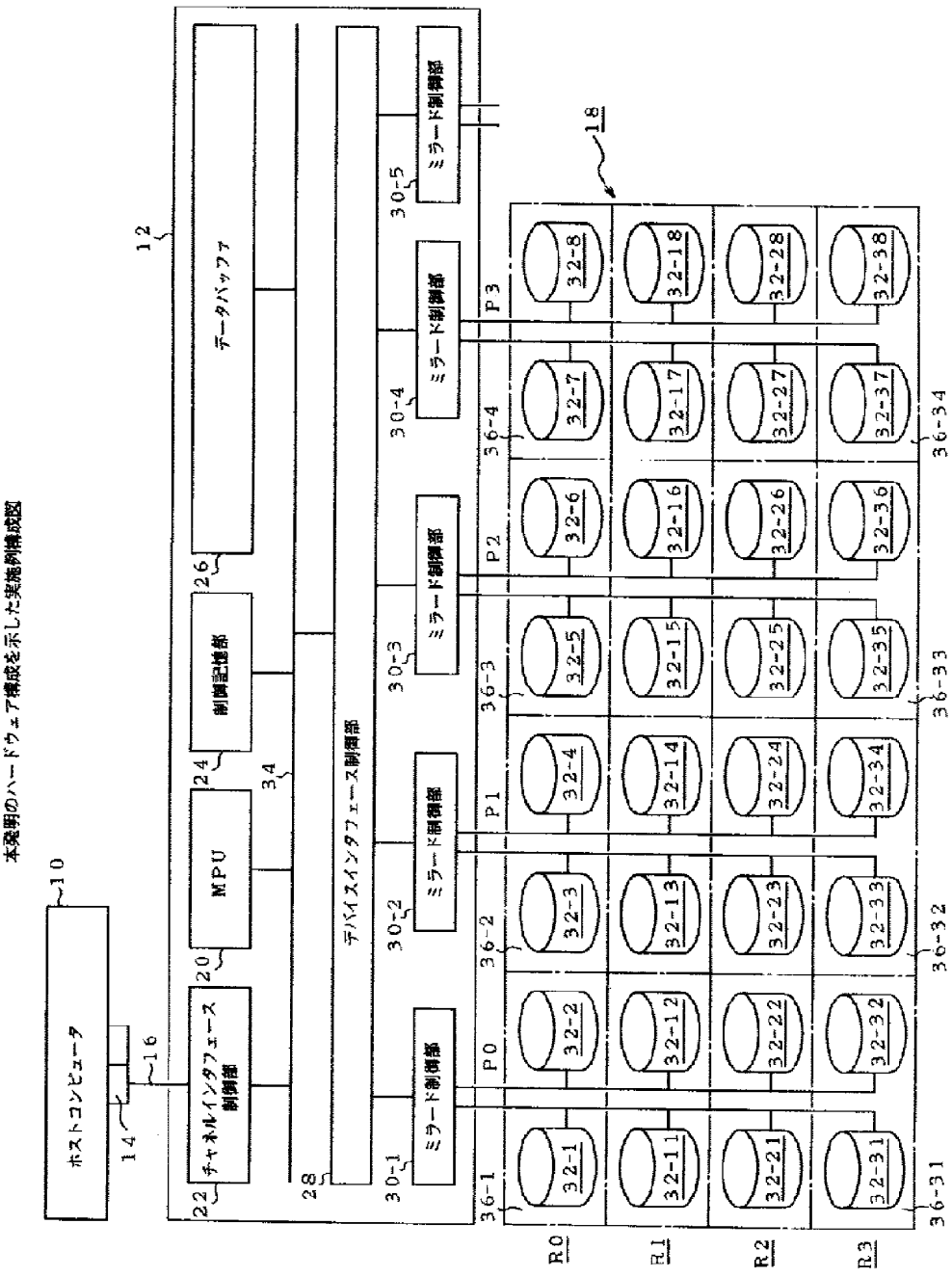
28

７６：論理ブロック（ホストブロック）
７８：ストライプデータ
８０：ダブルストライプデータ

【図１】

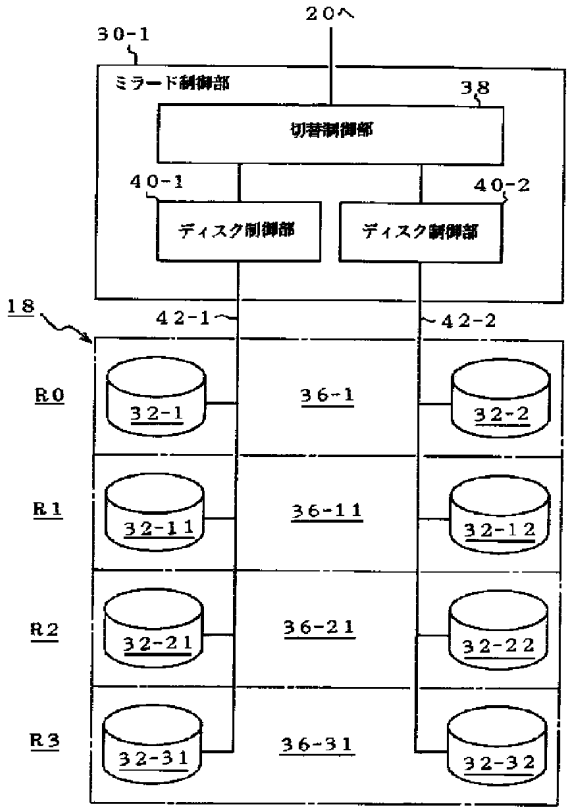


【図２】


本発明のハードウェア構成を示した実施例構成図
ホストコンピュータ
10
14
16
チャネルインタフェース制御部
20
22
MPU
24
制御記憶部
26
データバッファ
12
34
デバイスインタフェース制御部
28
ミラード制御部
30-1
30-2
30-3
30-4
30-5
P0
P1
P2
P3
36-1
36-2
36-3
36-4
18
32-1
32-2
32-3
32-4
32-5
32-6
32-7
32-8
32-11
32-12
32-13
32-14
32-15
32-16
32-17
32-18
32-21
32-22
32-23
32-24
32-25
32-26
32-27
32-28
32-31
32-32
32-33
32-34
32-35
32-36
32-37
32-38
36-31
36-32
36-33
36-34
R0
R1
R2
R3

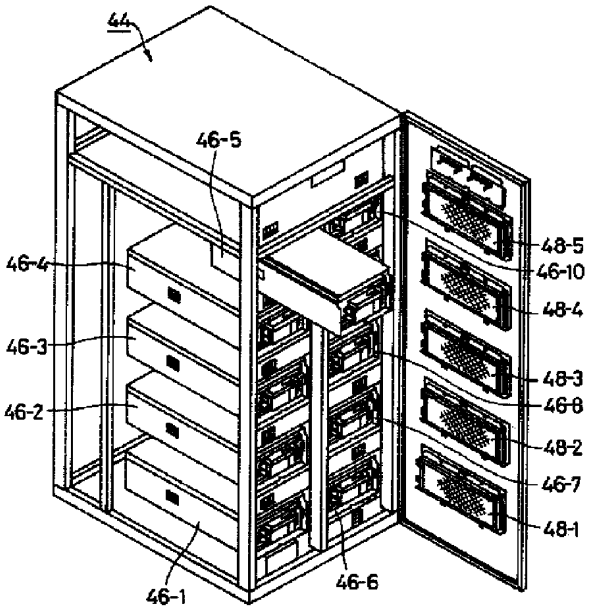
【図３】

図２のミラード制御部の実施例構成図



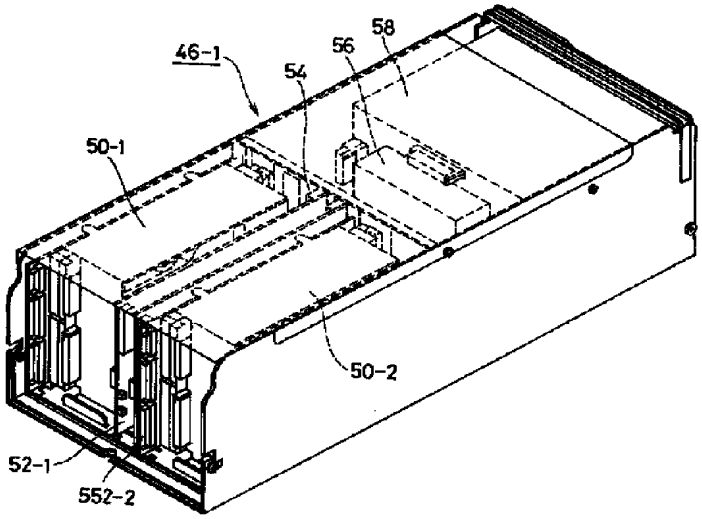
【図４】

本発明のディスクアレイ筐体の実施例構成図



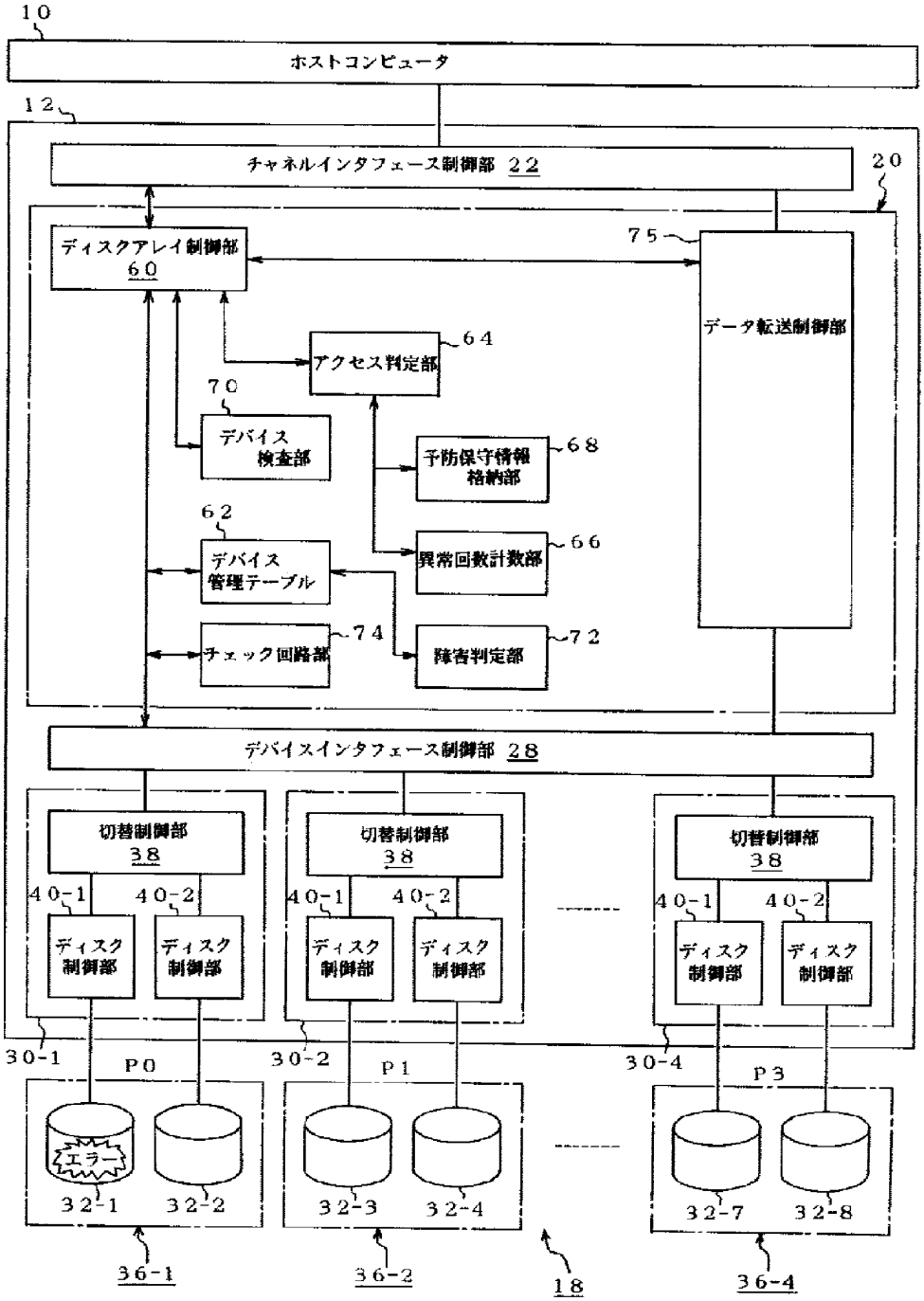
【図５】

図４の筐体に実装するディスクユニットを取出して示した説明図



【図６】

本発明の動作機能を示した説明図



【図７】

本発明で用いるデバイス管理テーブルの説明図

62

ミラードID	デバイスID	ランク	ポート	現用フラグ	予備用フラグ	異常回数	故障フラグ
00	00	00	00	1	0	0	0
	01			0	1	0	0
01	02		01	1	0	0	0
	03			0	1	0	0
02	04		02	1	0		0
	05			0	1	0	0
03	06		03	1	0	0	0
	07			0	1	0	0
04	08	02	00	1	0	0	0
	09			0	1	0	0
05	10		01	1	0	0	0
	11			0	1	0	0
06	12		02	1	0	0	0
	13			0	1	0	0

【図８】

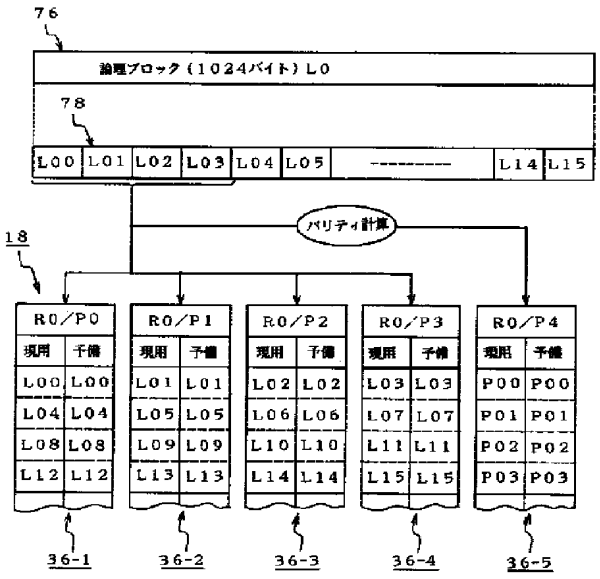
ディスク障害を予測判定した場合のデバイス管理テーブルの説明図

62

ミラードID	デバイスID	ランク	ポート	現用フラグ	予備用フラグ	異常回数	故障フラグ
00	00	00	00	0	0	10	1
	01			1	0	0	0
01	02		01	1	0	0	0
	03			0	1	0	0
02	04		02	1	0	1	0
	05			0	1	0	0
03	06		03	1	0	0	0
	07			0	1	0	0
04	08	02	00	1	0	0	0
	09			0	1	0	0
05	10		01	1	0	2	0
	11			0	1	0	0
06	12		02	1	0	0	0
	13			0	1	0	0

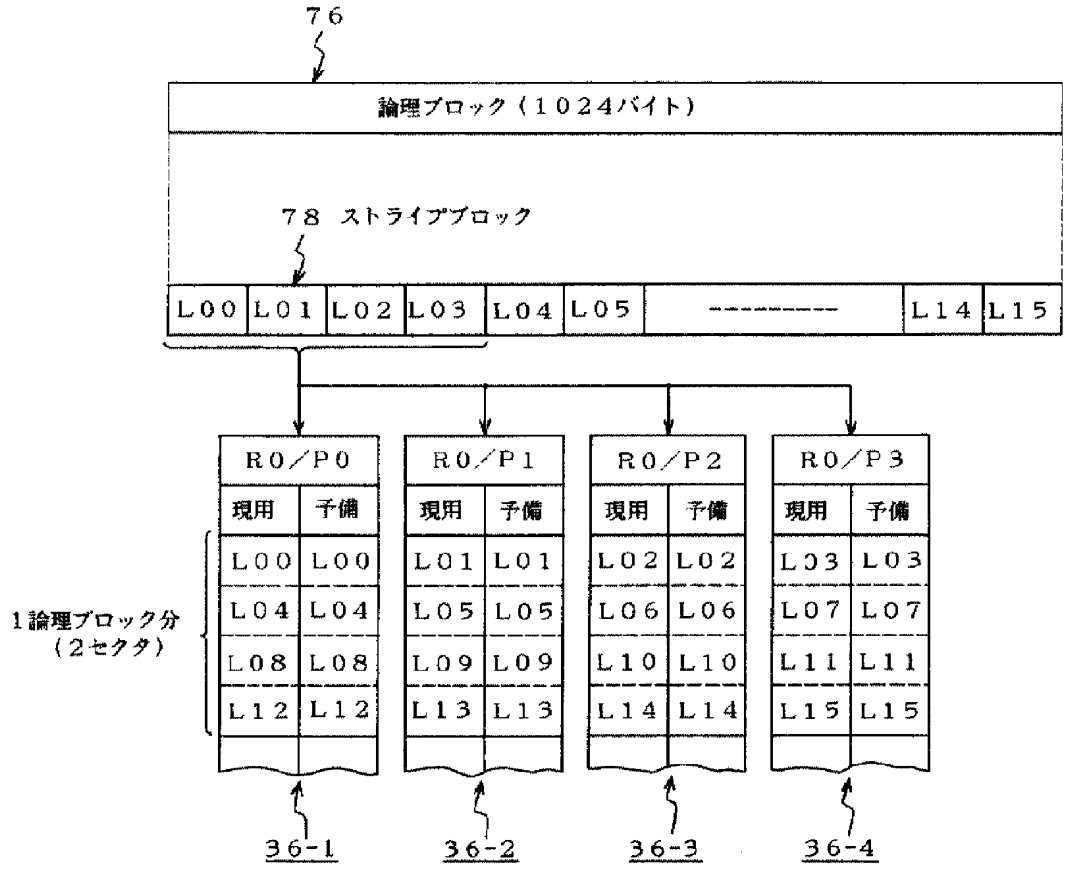
【図１４】

図１３におけるＲＡＩＤ３の動作形態の説明図



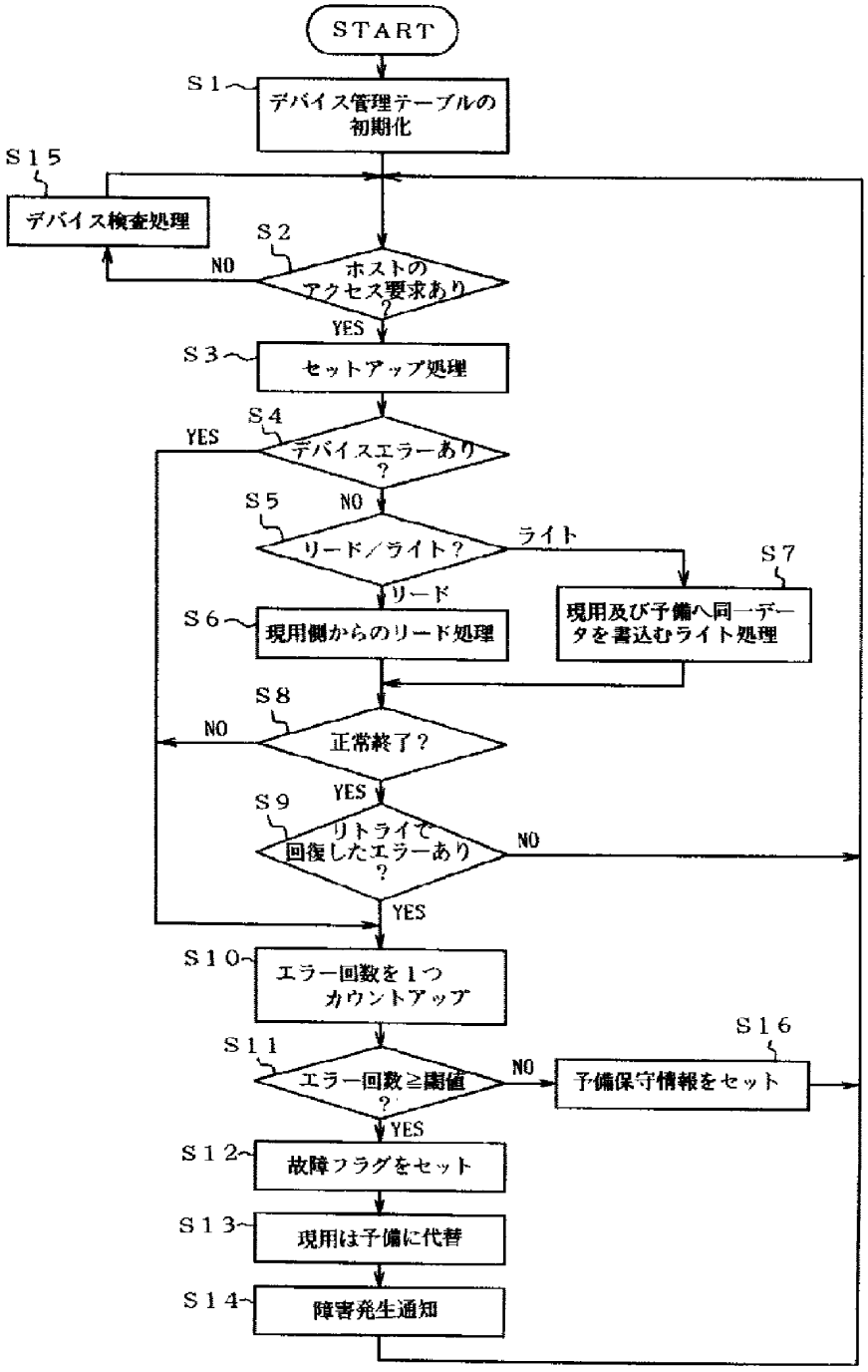
【図９】

本発明におけるストライピングデータ格納状態の説明図



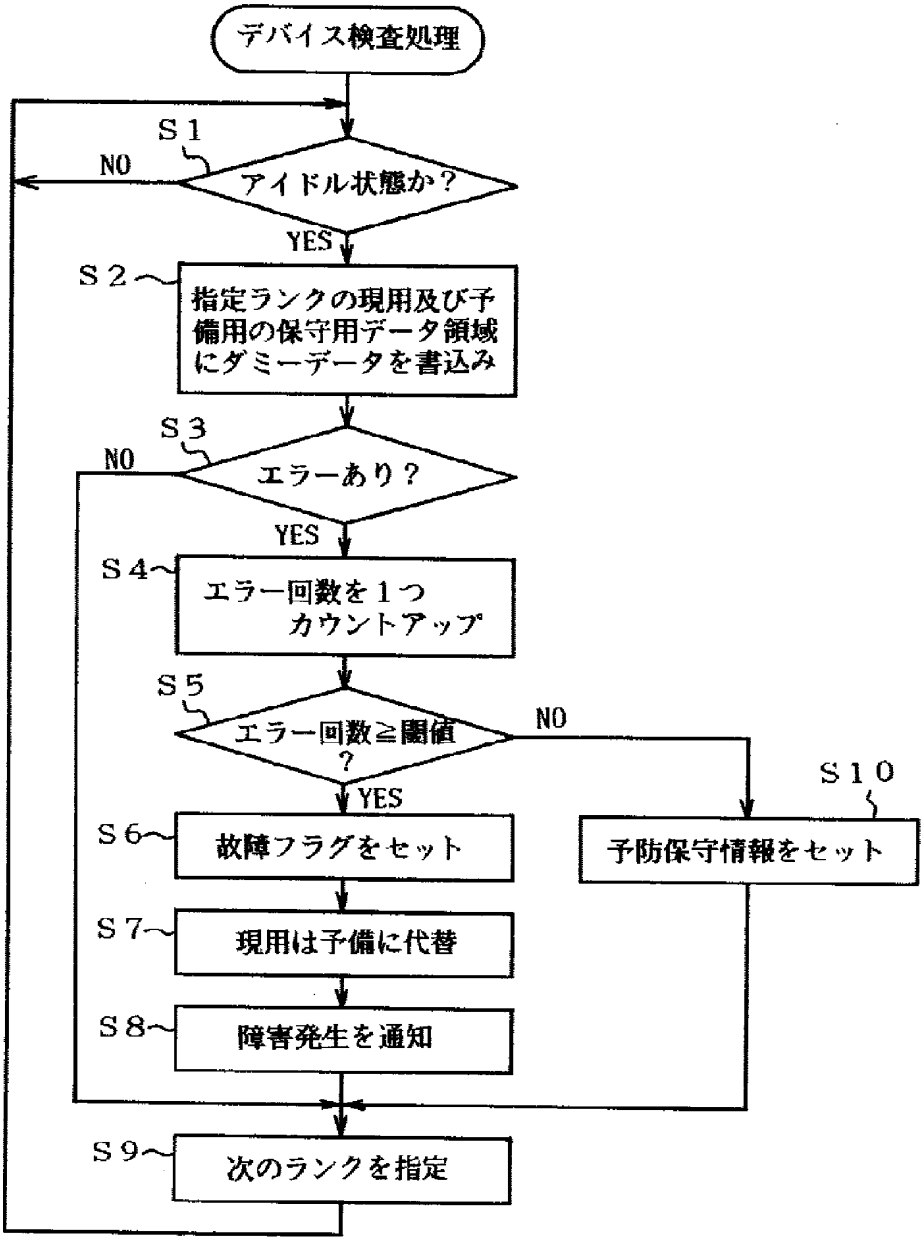
【図１０】

本発明の処理動作を示したフローチャート



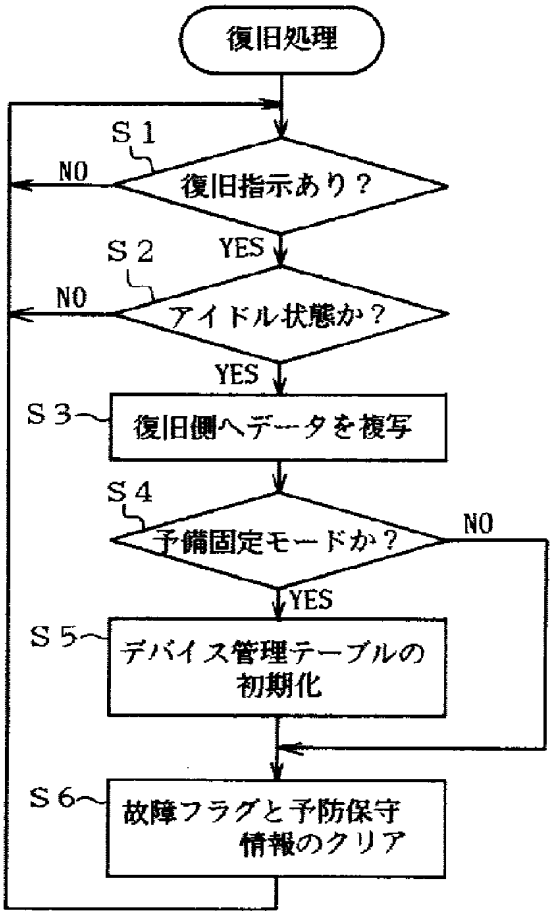
【図１１】

本発明のデバイス検査処理を示したフローチャート

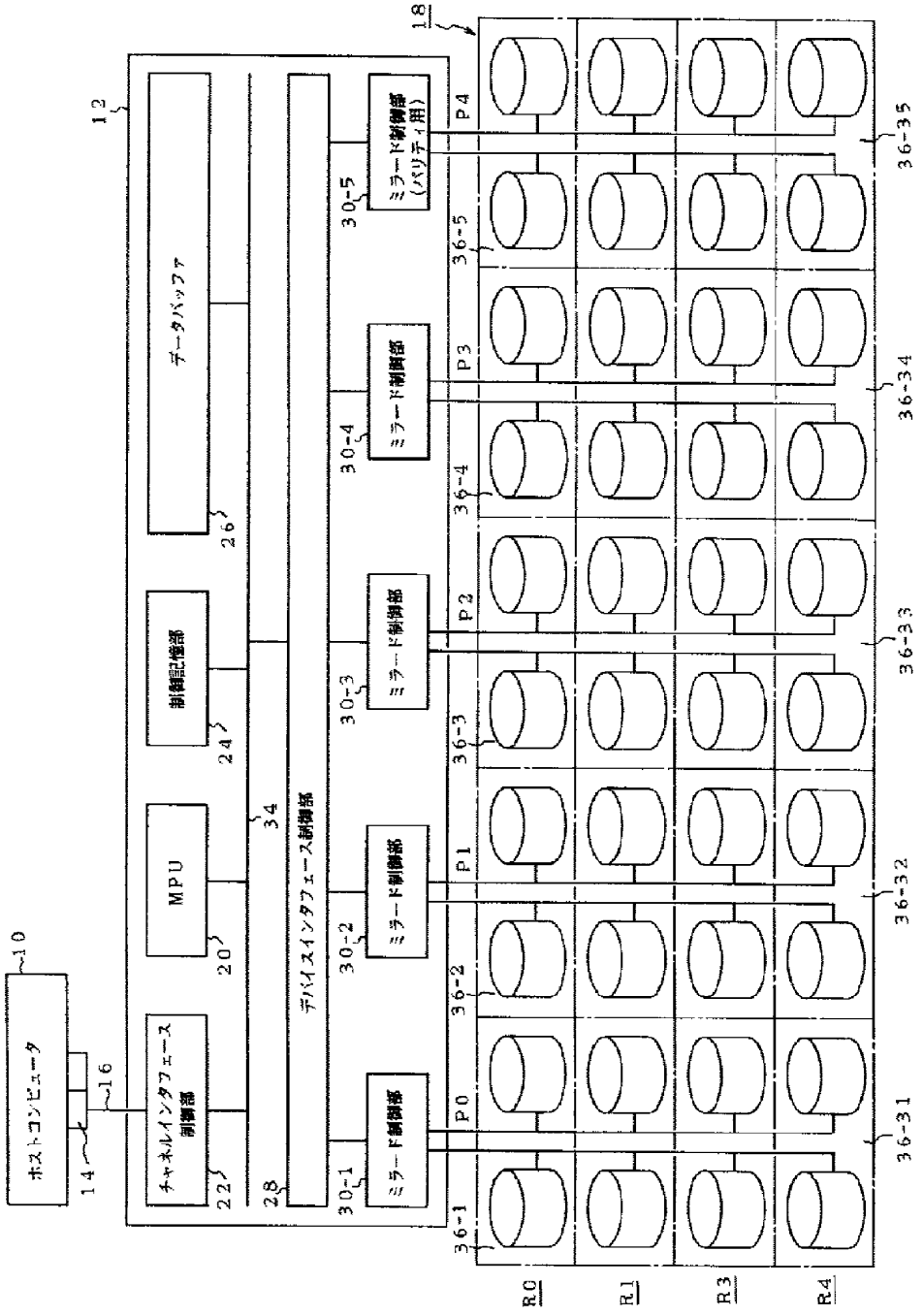


【図１２】

本発明の復旧処理を示したフローチャート

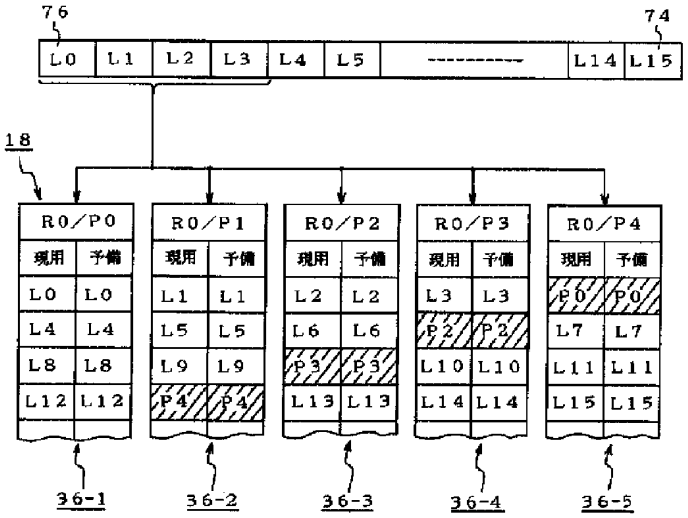


【図１３】


ミラーディスク構成でパリティを格納する本発明の実施例構成図
ホストコンピュータ
10
14
16
チャネルインタフェース制御部
22
MPU
20
制御記憶部
24
データバッファ
26
12
28
デバイスインタフェース制御部
34
30-1
30-2
30-3
30-4
30-5
ミラード制御部
ミラード制御部
ミラード制御部
ミラード制御部
ミラード制御部（パリティ用）
P0
P1
P2
P3
P4
36-1
36-2
36-3
36-4
36-5
18
36-31
36-32
36-33
36-34
36-35
R0
R1
R3
R4

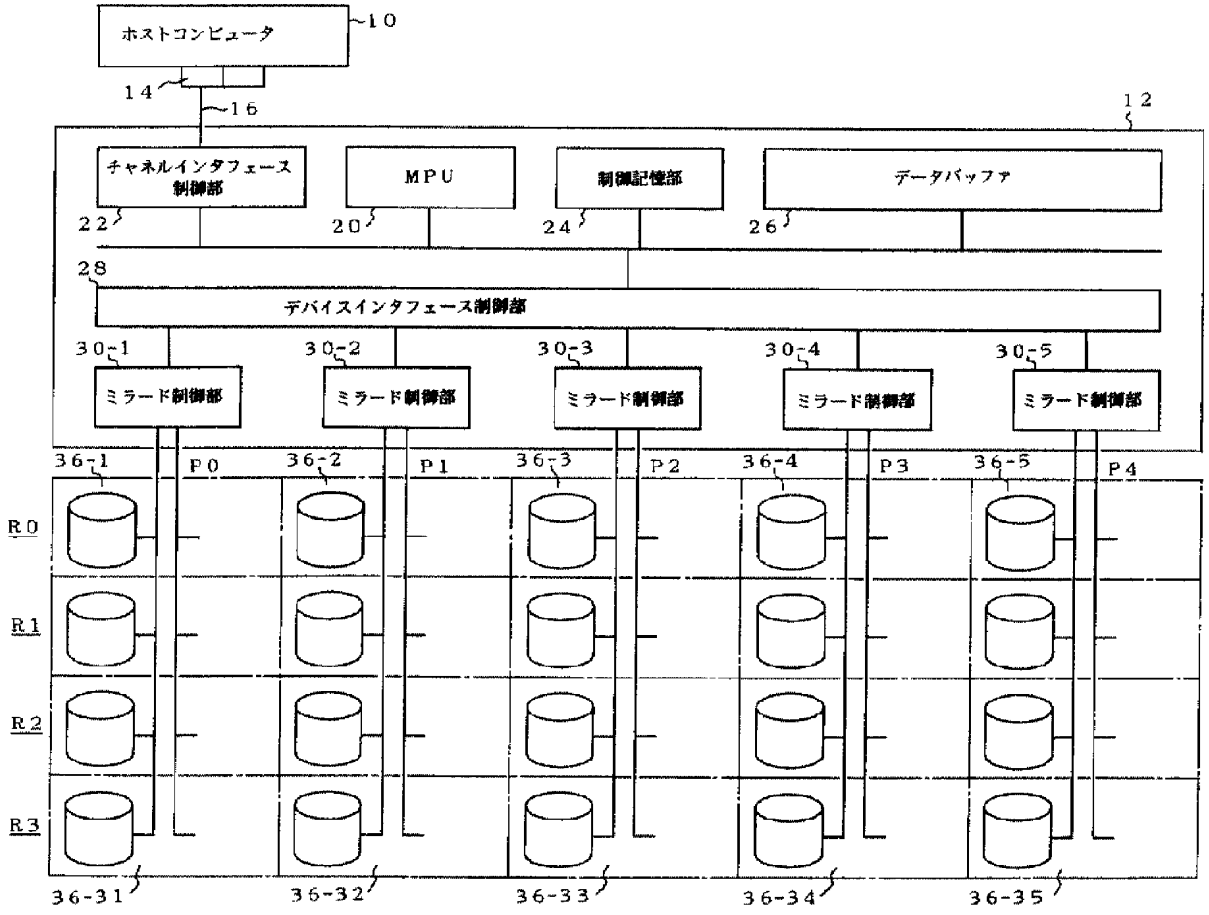
【図１５】

図１３におけるＲＡＩＤ５の動作形態の説明図

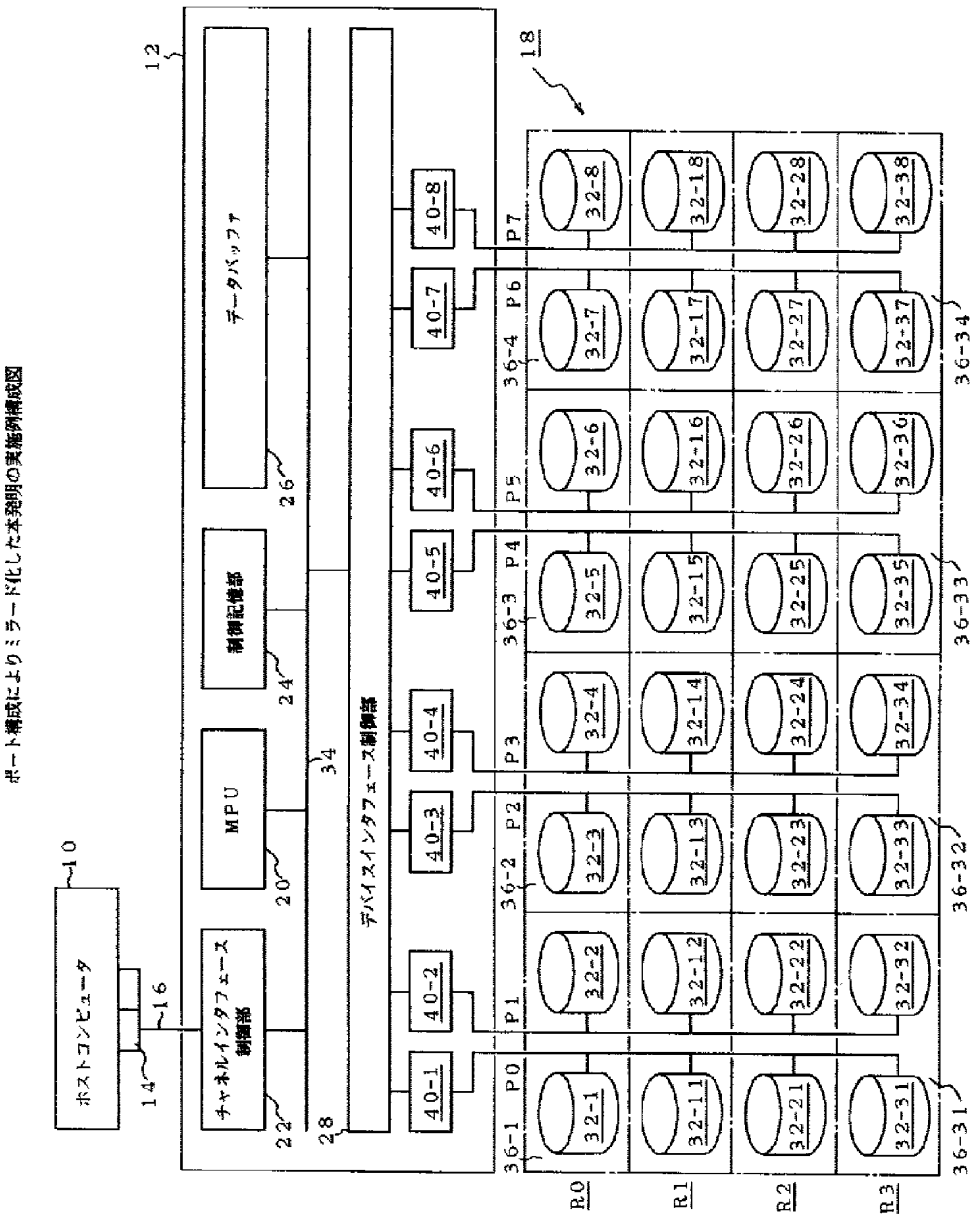


【図１６】

ミラード化しないディスクアレイ装置の構成変更を示した実施例構成図

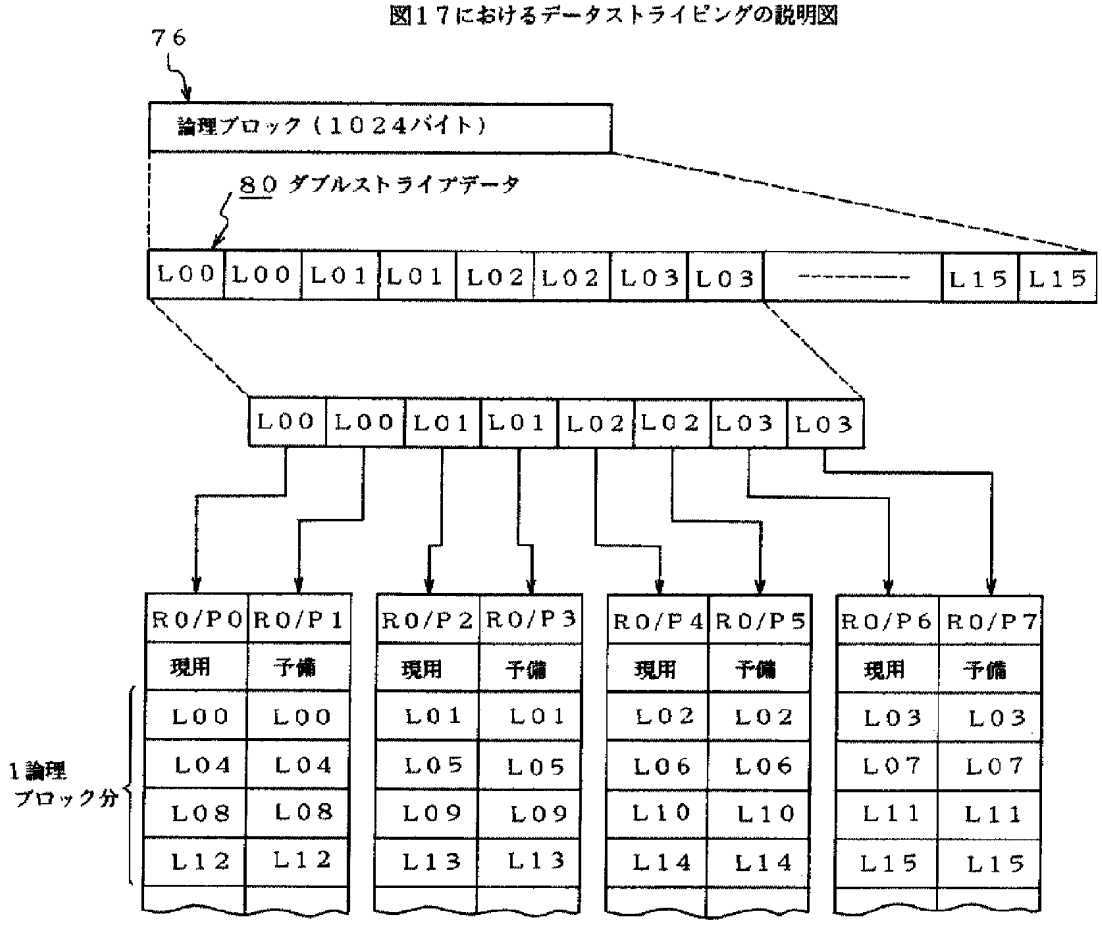


【図１７】

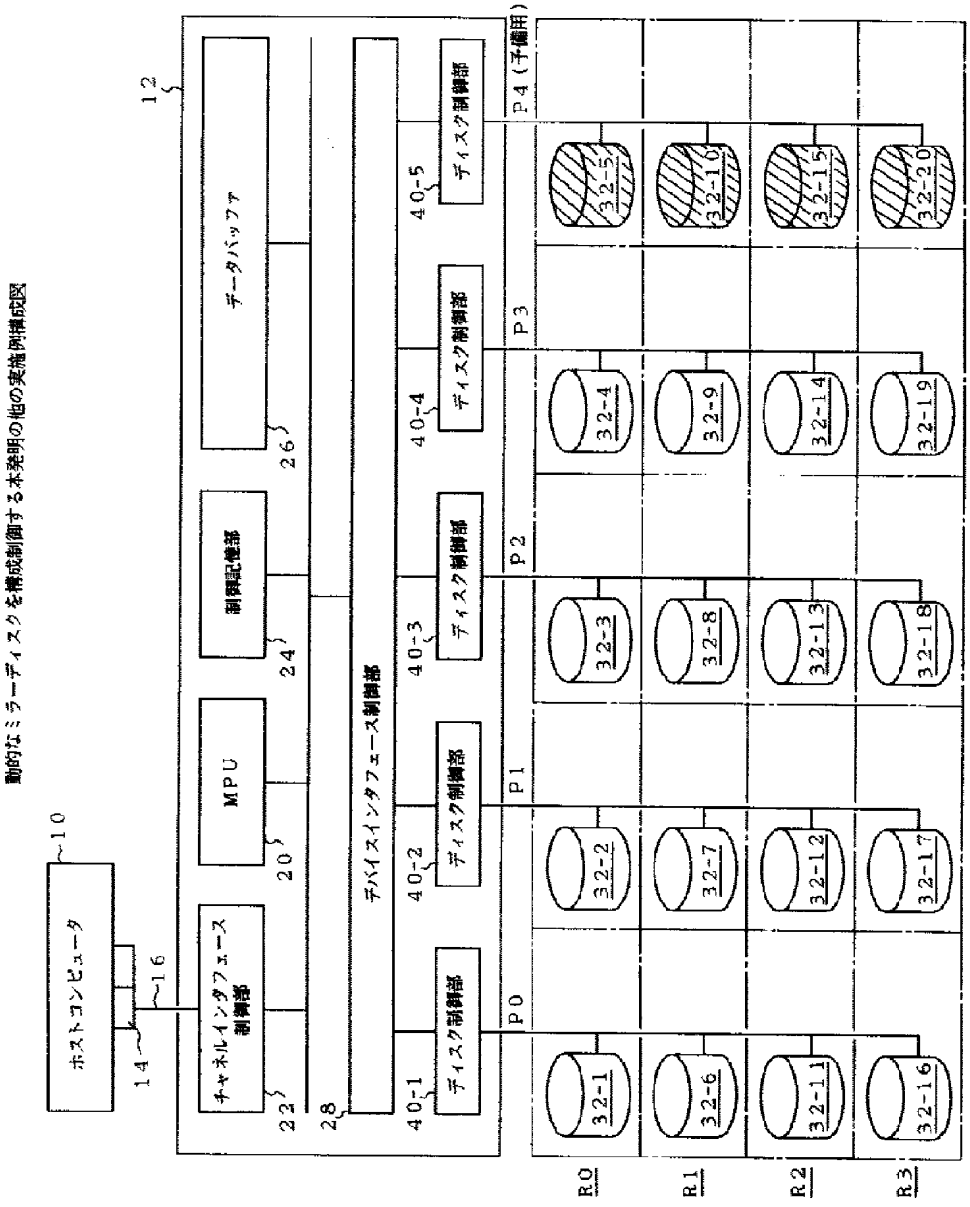

ポート構成によりミラード化した本発明の実施例構成図
ホストコンピュータ
10
14
16
12
チャネルインタフェース制御部
22
MPU
20
制御記憶部
24
データバッファ
26
28
デバイスインタフェース制御部
34
40-1
40-2
40-3
40-4
40-5
40-6
40-7
40-8
P0
P1
P2
P3
P4
P5
P6
P7
36-1
36-2
36-3
36-4
18
32-1
32-2
32-3
32-4
32-5
32-6
32-7
32-8
32-11
32-12
32-13
32-14
32-15
32-16
32-17
32-18
32-21
32-22
32-23
32-24
32-25
32-26
32-27
32-28
32-31
32-32
32-33
32-34
32-35
32-36
32-37
32-38
36-31
36-32
36-33
36-34
R0
R1
R2
R3

【図１８】

図１７におけるデータストライピングの説明図



【図１９】


動的なミラーディスクを構成制御する本発明の他の実施例構成図
ホストコンピュータ
10
14
16
12
チャネルインタフェース制御部
22
MPU
20
制御記憶部
24
データバッファ
26
デバイスインタフェース制御部
28
ディスク制御部
40-1
40-2
40-3
40-4
40-5
P0
P1
P2
P3
P4（予備用）
32-1
32-2
32-3
32-4
32-5
32-6
32-7
32-8
32-9
32-10
32-11
32-12
32-13
32-14
32-15
32-16
32-17
32-18
32-19
32-20
R0
R1
R2
R3

【図２０】

図１９の動的なミラーディスク構成制御を示したフローチャート